

Flow in Computerspielen

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplomingenieur
(Dipl.-Ing.)

Fakultät für Informatik
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Von:	Ralf Armin Böttcher
geboren am:	31. Dezember 1977 in Magdeburg
Gutachter:	Prof. Dr. Maic Masuch

Vorwort

Die vorliegende Arbeit stellt den Abschluss meines Computervisualistik-Studiums an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg dar. Betreut wurde die Arbeit von Prof. Dr. Maic Masuch, der mir die Möglichkeit gab, mein Interesse an der Analyse von Computerspielen auszubauen und im Rahmen dieses Diplomthemas weiter zu vertiefen.

Durch die am Institut für Simulation und Graphik vorgetragenen Computerspiele-Vorlesungen von Prof. Dr. Masuch und Dr. Jörg Schirra konnte ich viel lernen und wurde ermutigt, mein Hobby als berufliche Perspektive zu verstehen. So konnte ich mein Praktikum bei der deutschen Computerspielefirma Ascaron absolvieren, um mich mit dem Ablauf der Computerspielherstellung in der Praxis vertraut zu machen. Anschließend ergab sich für mich die Möglichkeit, die Übungen der Computerspiele-Vorlesungen zu übernehmen. Durch diese Tätigkeit konnte ich während der letzten Jahre mein Wissen um die Herstellung und Wirkungsanalyse von Computerspielen erweitern und so mein Interesse an diesen Themen weiter ausbauen. Für die Ermutigung und die mir ermöglichten Tätigkeiten bin ich Prof. Dr. Maic Masuch sehr dankbar.

Diese Arbeit ist jedoch auch mit der Unterstützung weiterer Personen, denen ich zu Dank verpflichtet bin, verbunden. An erster Stelle sei meiner Oma Gertrud und meinen Eltern Ingrid und Bernd gedankt, die mir mit ihrer Unterstützung die Zeit und Ruhe für die Erstellung dieser Arbeit ermöglicht haben.

Ganz besonders danke ich meiner Verlobten Ines Pedal, die mich mit all ihrer Kraft in allen Lebenslagen unterstützt und mit großer Sorgfalt diese Arbeit korrigiert hat.

Weiterhin danke ich Niklas Röber für seine Beratung und den „Versuchskaninchen“ Patrice Nerlich, Martin Liermann und Christian Roth für ihre Zeit und Geduld bei den Testmessungen.

Erklärung

Mit der Abgabe der Diplomarbeit versichere ich, dass ich die Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Magdeburg, den 28.03.2005

Ralf Armin Böttcher

Gliederung

1. EINLEITUNG	7
2. MOTIVATION	9
2.1. Computerspiele	9
2.1.1. Immersion	10
2.1.2. Spielertypen und Spieltiefe	10
2.1.3. Schwierigkeit und Fairness	11
2.1.4. Wirkungen von Computerspielen	12
2.2. Motivationstheorie	12
2.2.1. Triebe und Anreize	12
2.2.2. Die Reversal-Theorie	13
2.2.3. Instinktverhalten und Lernen	14
2.2.4. Erwartungen und kognitive Ansätze der Motivation	14
2.3. Die Flow-Theorie	15
2.3.1. Intrinsische Motivation	15
2.3.2. Flow	15
2.3.3. Stand der Forschung	16
2.3.4. Kritik am Flow-Zustand	18
2.4. Messbarkeit des Flow-Zustands	19
2.4.1. Fragebögen & Interviews	19
2.4.2. Die „Experience – Sampling – Method“	19
2.5. Automatisch messbare Daten	19
2.5.1. Videoaufzeichnung der Aktivität	20
2.5.2. Mimikerkennung & FACS	20
2.5.3. Augenanalyse und Blickverfolgung	21
2.5.4. Messen von Herzdaten und Hautwiderstand	21
2.5.5. EEG und MRT	21
2.6 Flow-Messung bei Computerspielen	22
2.6.1. Automatische Flow-Messung	23
2.6.2. Genreunterschiede	23
2.6.3. Singleplayer vs. Multiplayer	24
2.6.4. Testszenario	24
2.7. Zusammenfassung	25
3. ENTWURF EINER MESSUMGEBUNG	27
3.1. Anforderungen	27
3.1.1. Unterbrechungsfreiheit	27
3.1.2. Vollständigkeit	27
3.1.3. Flow-Verlauf-Erfassung	28
3.1.4. Externe Störfreiheit	28
3.2. Lösungsansätze	28
3.2.1. Unterbrechungsfreiheit	29

3.2.2. Vollständigkeit	29
3.2.3. Flow-Verlauf-Erfassung	29
3.2.4. Externe Störfreiheit	29
3.3. Messaufbau	30
3.4. Messumgebung	31
3.5. Messmethode	31
3.5.1. Vorbereitungs-Phase	32
3.5.2. Aufzeichnungs-Phase	32
3.5.3. Bewertungs-Phase	33
3.5.4. Analyse-Phase	33
3.6. Zusammenfassung	33
4. IMPLEMENTIERUNG UND UMSETZUNG	35
4.1. Datenerfassung	35
4.1.1. Videoaufzeichnung	35
4.1.2. Hautwiderstand und Herzdaten	36
4.1.3. Bewertung des Spielverlaufs	37
4.2. Datenrepräsentation	37
4.2.1. Datenausrichtung	37
4.2.2. Datendarstellung	38
4.3. Datenauswertung	38
4.3.1. Automatische Flow-Erkennung	39
4.3.2. Klassische Flow-Erkennung	39
4.3.3. Vergleich der Methoden	40
4.4. Test des Verfahrens	42
4.4.1. Testpersonen	42
4.4.2. Testablauf	42
4.4.3. Testverlauf	42
4.4.4. Testergebnisse	43
4.5. Zusammenfassung	46
5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	47
5.1. Kritische Betrachtung	48
5.2. Ergebnisse und Ausblick	49
5.3. Fortführende Forschung	49
6. LITERATUR	51
7. SOFTWARE	53
8. ANHANG	55

1. Einleitung

Computerspiele erlangen im Unterhaltungssektor immer größere Bedeutung. Der weltweite Umsatz durch Computerspiele und Edutainment Software lag 2003 bei 18,5 Milliarden US-\$ [VGS04]. In den nächsten Jahren, bis 2006, werden von der Spielesoftware-Industrie jährliche Wachstumsraten zwischen 5% und 10% erwartet.

In die Herstellung eines Computerspiels werden mehrere Millionenbeträge an Entwicklungskosten gesteckt, damit nach ein bis zwei Jahren ein fertiges Spiel auf den Markt kommen kann. Dieses Spiel muss sich dann innerhalb weniger Wochen gut verkaufen, bevor das Kundeninteresse durch Konkurrenzprodukte sinkt. Zwar lassen sich die Lebenszyklen der Spiele durch Spielerweiterungen verlängern, jedoch stehen die Entwickler durch den hohen Aufwand und die damit verbundenen Kosten unter einem hohen Erfolgsdruck. Viele Spielentwickler können sich daher keinen „Flop“ leisten, so dass innovative Spielideen häufig nicht umgesetzt, sondern bewährte Konzepte übernommen und weiterentwickelt werden. Das Risiko, ein innovatives Spiel herzustellen ist groß, da es keine geeignete Möglichkeit gibt, ein Spielkonzept darauf zu testen, wie es beim Kunden ankommt. Wie kann man also Spiele testen, um ihren potentiellen Erfolg zu messen?

Computerspieler berichteten nach dem Spielen ihrer Lieblingsspiele oft davon, Zeit und Umgebung komplett vergessen zu haben, weil sie sich so sehr in ihr Spiel vertieften [FritzFeU], [FritzGuC]. Auch bei anderen Tätigkeiten, wie beim Bergsteigen oder Musizieren, ist dieses Phänomen zu erleben. Der Soziologe Mihaly Csikszentmihalyi untersuchte dieses Phänomen und entwickelte 1965 den Begriff des „Flow“. „Flow“ beschreibt das vollständige Aufgehen in einer Tätigkeit, bei der sich das Fühlen, das Wollen und das Denken einer Person so sehr in miteinander in Einklang befinden, dass die Zeit für die Person unwichtig wird und die von ihr ausgeübte Tätigkeit mühelos vonstatten geht. Da sich Gefühlszustände nur schlecht messen lassen, wurden Fragebögen als Messmethode herangezogen [Csiks85]. Um den Flow-Verlauf bei einer Tätigkeit zu messen, wird der Proband jedoch bei dieser Tätigkeit unterbrochen und gebeten, einige Fragen zu beantworten. Mit dieser Methode lassen sich bestimmte Tätigkeiten untersuchen, die, ohne den Flow zu beeinträchtigen, unterbrochen werden können (Tätigkeiten mit natürlichen Pausen: Halbzeit bei einem Fußballspiel). Bei Computerspielen ist es aber wichtig, nicht aus dem Spiel heraus gerissen zu werden, da sonst der für den Flow notwendige Spielfluss unterbrochen wird. Mit Fragebögen könnte also nur eine Befragung nach dem Spiel gemacht werden, die zwar ermitteln kann, ob es zum Flow-Zustand kam, aber nicht zeigt, wann genau der Flow begann und wie lange der Zustand anhielt.

In dieser Arbeit soll ein neues Verfahren zur Flow-Messung vorgestellt werden, welches zur Untersuchung von Flow bei Computerspielen anwendbar ist. Für die Untersuchung werden die Herzaktivität und der Hautwiderstand erfasst. Gleichzeitig werden das Spielgeschehen und der Spieler für die spätere Analyse auf Video aufgezeichnet. Nachdem alle Daten aufgezeichnet und zeitlich synchronisiert worden sind, könnte im Rahmen einer späteren Untersuchung über ein automatisches Mimikererkennungssystem versucht werden, aus dem Gesicht des Probanden Gefühlsregungen abzuleiten. Im Zusammenspiel mit den anderen erfassten Daten sollte dann sogar eine automatische Flow-Erkennung möglich sein, die einen kontinuierlichen Verlauf bietet. Aus diesem Verlauf, in Verbindung mit dem Video vom Spielgeschehen, kann erkannt werden, an welchen Stellen im Spiel ein Spieler positive oder negative Reaktionen erfährt, so dass eventuelle Veränderungen im Spielverlauf vorgenommen werden können.

Abhängig vom eingesetzten Mimikerkennungssystem ist es eventuell zusätzlich möglich, die Blickposition zu verfolgen und so mögliche Designfehler im Spiel-Interface zu entdecken.

Das folgende Kapitel wird sich mit der Motivationstheorie beschäftigen und zeigen, welche Aspekte dazu beitragen, Computerspiele auf dem Markt erfolgreich werden zu lassen. Die Motivationstheorie ist eng an die Flow-Theorie und deren Eigenschaften geknüpft. Des Weiteren soll die Wirkung erfolgreicher Computerspiele analysiert sowie mögliche Messmethoden zur Flow-Messung darauf hin untersucht werden, ob sie für eine Messung bei Computerspielen geeignet sind.

Im dritten Kapitel wird eine Messumgebung entwickelt, die für Computerspiele anwendbar ist. Dazu werden allgemein Anforderungen definiert, die für alle Flow-Messungen gelten sollten und es wird ein Verfahren beschrieben, welches diese Bedingungen für eine Messung bei Computerspielen erfüllt.

Eine Beschreibung der Umsetzung dieser Messumgebung erfolgt im vierten Kapitel. Dort werden die Einzelheiten des Messsystems erklärt und die Ergebnisse einiger Testmessungen geschildert.

Das fünfte Kapitel beschäftigt sich hauptsächlich mit der zukünftigen Weiterentwicklung des Messsystems. Hier werden die Probleme des Systems nochmals aufgeführt und Lösungsmöglichkeiten diskutiert.

2. Motivation

Computerspiele sind in der Unterhaltungsindustrie zu einem wichtigem Bestandteil herangewachsen. Während die ersten Spiele noch von Einzelpersonen in der Freizeit programmiert wurden, ist deren Produktion heute nur mit einem Spezialistenteam möglich und mit einem hohen finanziellen Aufwand sowie einem großen unternehmerischen Risiko verbunden. Um erfolgreiche Spiele herzustellen, ist es wichtig zu wissen, welche Eigenschaften ein Spiel erfolgreich machen.

Mit Hilfe einer Analyse erfolgreicher Spiele können bestimmte Kriterien festgestellt werden, die ein erfolgreiches Spiel kennzeichnen. Ein wichtiger Aspekt ist zum Beispiel die Fähigkeit des Spiels, den Spieler „fesseln“ zu können, so dass dieser nicht mit dem Spielen aufhören möchte. Dabei ist der Spieler so sehr in das Spielgeschehen vertieft, dass sich sogar das Zeitempfinden des Spielers verändert und die Umwelt nicht mehr vollständig wahrgenommen wird. Zahlreiche Spiele, die beispielsweise von Gamedesigner Sid Meier entwickelt worden sind, beinhalten diese Eigenschaften, sodass diese Spiele heute zu den erfolgreichsten Spielen überhaupt gehören.

Doch wie kann erreicht werden, dass ein Spiel eine solche Wirkung hat? Dieser Frage soll in diesem Kapitel nachgegangen werden. Zunächst werden die Eigenschaften erfolgreicher Spiele untersucht. Anschließend wird, von der Motivationspsychologie ausgehend, allgemein die Motivation des Menschen betrachtet. Mit der von Mihaly Csikszentmihalyi entwickelten Flow-Theorie wird anschließend versucht, diese Wirkungen besser zu verstehen und zu analysieren.

2.1. Computerspiele

Obwohl die ersten Computerspiele in den 60er Jahren durch primitivste Grafik und einfache Aufgaben definiert waren, haben Menschen stundenlang diese Spiele gespielt und dabei die Faszinationskraft von Technik und Computerspielen erlebt.

Mit der rasanten technischen Entwicklung wurden auch die Computerspiele immer aufwendiger. Interessant in diesem Zusammenhang ist, dass vor allem Computerspiele die technische Entwicklung vorangetrieben haben. So sind beispielsweise in den 70er Jahren die ersten Grafik-Speicher-Module für Spielhallencomputer entwickelt worden, um bessere Grafiken einsetzen zu können. Auch heutzutage werden technische Neuerungen durch die immer größer werdenden Hardware-Anforderungen (Echtzeit-3D-Anforderungen) aktueller Computerspiele erzwungen. So wurde beispielsweise das Spiel „Doom 3“ [Doom3] bereits mehr als ein Jahr vor seiner Fertigstellung mit Hinweisen auf die nächste Grafikkartengeneration präsentiert, um den potenziellen Spielern (bzw. Käufern) nahe zu legen, beim nächsten Computerkauf die neusten Grafikkarten zu kaufen und nicht die älteren preiswerteren Modelle. Ebenso werben Grafikkartenhersteller mit dem Spiel für ihr Produkt.

Diese Entwicklung ist darauf zurückzuführen, dass in Computerspielen immer detailreichere Spielumgebungen erzeugt werden, um den Spieler in der virtuellen Spielwelt zu fesseln. Der Realitätsgrad, erzeugt durch großen Detailreichtum, einer Spielwelt trägt also dazu bei, dass ein Spiel fasziniert und daher erfolgreich ist. In den folgenden Teilkapiteln werden weitere Aspekte von Computerspielen beschrieben, die für ein gutes Spielerleben verantwortlich sind.

2.1.1. Immersion

Der Begriff Immersion (Lat. *immegere*: Eintauchen, Versinken) wird in diesem Zusammenhang als das Eintauchen in eine andere Realität verwendet. Dazu ist es erforderlich ein Spiel so zu gestalten, dass es dem Spieler so leicht wie möglich gemacht wird, in die Spielwelt einzutauchen. Um dies zu erreichen, ist eine detaillierte Spielgrafik notwendig. Auch taktile Informationen können über Force Feedback integriert werden, um das Erlebnis der virtuellen Welt in die reale zu übertragen. Je mehr Komponenten die virtuelle Umgebung dem Spieler vermittelt, desto höher ist sein immersives Erleben des Spiels. Auf der technischen Seite sind ausreichende Mittel vorhanden, um Immersion beim Spieler zu erzeugen. Dennoch kann die Immersion durch Fehler im Spielverlauf empfindlich gestört werden. Besonders wichtig für die Immersion ist das physikalisch korrekte Verhalten von Spiel-Objekten. In Ego-Shootern wie „Doom 3“ ist es zwar erforderlich, den Spieler in die Spielwelt einzuführen, es ist jedoch nicht notwendig, zu erklären, warum z.B. eine Lampe zerstört wird, wenn der Spieler darauf geschossen hat. Diese Eigenschaft ist aus der Realität bekannt.

Solche vermeintlichen Banalitäten sind in früheren Spielen dieses Genres oft nicht berücksichtigt worden. Das bedeutet, dass die Spieler oftmals mit Situationen konfrontiert wurden (z.B. morsche Holztür hält einer kräftigen Explosion stand), welche nicht der Realität entsprochen haben. Durch solche Anomalien kann der Spieler aus der Spielwelt gerissen werden und er erkennt so das Spiels als Simulation. Damit verliert das Spiel in diesem Moment die Faszination, denn die virtuelle Welt des Spiels zeigt sich als unrealistisch. Das Spiel verliert außerdem die Notwendigkeit der in der Spielwelt gestellten Problemlösung. Dieses Phänomen lässt sich häufig beobachten, denn nach einer solchen Situation versucht der Spieler womöglich noch weitere Fehler in der Simulation zu finden und verfolgt nicht primär das gestellte Spielziel. Eine weitere Anomalie ist ein Stilbruch in der Darstellung. Erscheint beispielsweise bei einem graphisch aufwendigen Spiel plötzlich ein Fenster des Betriebssystems erscheint mit der Aufforderung, die nächste CD einzulegen, ist die virtuelle Welt als solche enttarnt und die aufgebaute Spannung zerstört (Situation im Spiel [Riven]).

Heute wird mit der virtuellen Realität versucht, eine weitere Dimension der Immersion zu schaffen. Als großes Ziel setzen sich die Entwickler in Forschung und Wirtschaft eine Art „Holodeck“ wie in der TV-Serie „Star Trek“ zu entwickeln, in dem sich Menschen in einer kompletten virtuellen 3D-Welt bewegen und interagieren können. Doch auch eine komplette Immersion reicht nicht aus, um ein gutes Spiel zu schaffen.

2.1.2. Spielertypen und Spieltiefe

Richard A. Bartle [Bartle04] untersuchte das Verhalten von Spielern in Online-Welten und klassifizierte die Spieler in vier Kategorien. Diese vier Spielerklassen unterschieden sich vollständig in ihrem Spielverhalten. Während eine Gruppe, die Explorer, es vorzog, die Spielwelt zu erkunden, beschäftigte eine andere Gruppe, die Socializer, sich damit, mit anderen Spielteilnehmern zu chatten. Die zwei restlichen Gruppen teilen sich auf in Killer und Achiever. Achiever wollten ein bestimmtes Ziel erreichen, wohingegen Killer es vorzogen, andere Spieler zu töten.

Diese Aufteilung von Spielern gilt zwar für Onlinewelten, jedoch lässt sich auch für normale Spiele diese Einteilung übernehmen. Allerdings wird sich ein Spieler, der sich zur Gruppe der „Socializer“ zählt, eher selten ein Spiel kaufen, in dem er keinen Kontakt zu anderen Spielern haben kann, jedoch sind die anderen Gruppen sind für die Spieleproduzierenden interessant.

Das Spielerleben eines „Explorers“ unterscheidet sich sehr von dem eines „Killers“ oder „Achievers“. Als Beispiel soll wieder „Doom 3“ dienen: Dem „Killer“ reicht eine kurze

einführende Hintergrundgeschichte und eine Waffe in der Hand, um das Spiel zu beginnen und sich auf die Suche nach dem ersten Monster zu machen. Der „Achiever“ möchte mehr über die Spielwelt wissen und ein genaues möglichst schwieriges Spielziel gesetzt haben, welches erfüllt werden muss. Für einen „Explorer“ ist das Ziel des Spiels nicht so wichtig, er schaut sich dafür jeden Winkel eines Levels an und sucht Hinweise über die Hintergründe, die zur Spielsituation geführt haben. Auch nach Fehlern im Spiel ist ein „Explorer“ auf der Spur. Diese Gruppe wird möglicherweise versuchen, mit den vorhandenen Waffen alles Vorhandene anzuschießen, um die Reaktion der Objekte zu untersuchen. Ein Mitglied der Gruppe „Socializer“ würde hingegen dieses Spiel sicherlich nicht lange spielen und sich stattdessen mit den vorhandenen computergesteuerten Charakteren unterhalten oder über eine Chatfunktion mit anderen Spielern kommunizieren.

Es existieren nicht nur Unterschiede in den Verhaltensweisen dieser Gruppen, sondern auch in den Erwartungen an ein gutes Spiel. Während es den „Killern“ eigentlich egal ist, warum sie einen Kampf führen, interessieren sich die „Explorer“ schon für die Hintergründe. Bei diesen beiden Gruppen sind komplett unterschiedliche Erwartungen darüber vorhanden, wie ausführlich eine Hintergrundgeschichte sein sollte, um dem Spiel eine glaubwürdige und möglichst ansprechende Umgebung zu verleihen.

Um ein erfolgreiches Spiel herzustellen, muss man sich entweder auf bestimmte Zielgruppen beschränken oder das Spiel so gestalten, dass für alle Spielertypen ein Anreiz besteht, das Spiel zu spielen.

2.1.3. Schwierigkeit und Fairness

Ein gutes Spiel ist immer genau so schwer, dass es dem Spieler gerade so gelingt zu gewinnen. Dieser Grundsatz sollte von jedem Gamedesigner berücksichtigt werden. Doch wie soll man diesen Grundsatz umsetzen, wenn jeder Spieler andere Spielstärken aufweist? Festgelegte Spielstufen waren bisher die Antwort auf dieses Problem. Bei den meisten Spielen ist es so, dass die Schwierigkeitsstufe einmal festgelegt worden ist und das gesamte Spiel mit dieser Stufe gespielt werden musste.

Ein besserer Ansatz ist zum Beispiel in „Sid Meier’s Pirates!“ [Pirates!] zu finden. Dort wählt man zwar auch eine Schwierigkeitsstufe, kann jedoch im Spielverlauf die Spielstufe erhöhen oder senken. Auf diese Weise kann ein Spieler das Spiel an sich selbst anpassen, ohne in der Frustration einer zu schweren Spielstufe zu enden. Er muss das Spiel auch nicht neu beginnen, sondern kann an der entsprechenden Stelle in der neuen Schwierigkeitsstufe weiterspielen. Eine andere Möglichkeit ist die automatische Anpassung an die Spielerleistung. So werden zum Beispiel die Anzahl der Gegner reduziert, wenn der Spieler an einer Stelle nicht weiter kommt. Eine weitere Methode der Spielstufenanpassung stellt das Einblenden von Hilfen dar. Sie setzt allerdings voraus, dass beim Entwickeln des Spiels bereits Problembereiche bekannt sein müssen. Dies alles zu berücksichtigen ist aber nicht immer möglich und daher erscheint das Modell der dynamischen Schwierigkeitsanpassung aus „Sid Meier’s Pirates!“ als optimal.

Ein weiterer Aspekt ist die Fairness dem Spieler gegenüber. Wenn eine höhere Spielstufe bedeutet, dass der Computer Vorteile bekommt, ist dies nicht fair. So werden in vielen Spielen einfach die Kosten für Einheiten des Computers reduziert oder der Computer kennt die Positionen des Spielers. Merkt der Spieler, dass er vom Computer zu stark betrogen wird, sinkt vermutlich seine Motivation das Spiel fortzusetzen und er wird frustriert aufgeben. Daher sollte mehr Energie in die Entwicklung der künstlichen Intelligenz gesteckt und weniger versucht werden, den Spieler zu betrügen.

Auch in Spielen, die nicht gegen den Computer gespielt werden, muss das Gamedesign die Fähigkeit besitzen, ein Schummeln, bei dem sich einzelne Spieler durch Manipulation

Vorteile verschaffen können, zu verhindern. Ein bekanntes Beispiel bei First Person Shootern ist das Ändern der Grafik durch Shader-Manipulationen, um Gegner besser bzw. durch Wände hindurch sehen zu können.

2.1.4. Wirkungen von Computerspielen

In den letzten Kapiteln wurden verschiedene Aspekte betrachtet, die ein Spiel für einen entsprechenden Spieler interessant machen können. Sind die Aspekte so auf einen Spieler ausgerichtet, dass die Erwartungen des Spielers erfüllt werden, kann das Spiel als gut bezeichnet werden.

Die Wirkung eines guten Computerspiels lässt sich mit der folgenden Frage ganz gut erklären, die sich ein Spieler selbst stellt, wenn ein Blick auf die Uhr erfolgt: „Was, es ist schon so spät?“. Die Wirkung, die ein gutes Spiel mit sich bringt, ist neben dem Spaß, den das Spiel macht, ein Verlust des Zeitgefühls. Oft wird diese Feststellung nur gemacht, wenn der Spieler auf irgendeine Weise vom Spiel abgelenkt wird. Selbst bei einer Unterbrechung kann es sein, dass der Spieler „nur noch eine Runde“ weiterspielen möchte und wieder „die Zeit vergisst“. Wenn es keine Spielstörung gibt, ist der Spieler so sehr in die Tätigkeit des Spielens vertieft, dass selbst die unmittelbare Umgebung nicht mehr bewusst wahrgenommen wird.

Diese Tatsache hat unter anderem dazu geführt, dass in diesem Zusammenhang sogar von einer Sucht die Rede ist. Auch bestimmte Inhalte von Computerspielen, wie Gewalt und Krieg, wurden immer wieder öffentlich kritisiert. Dies führte teilweise dazu, dass Computerspiele für Attentate und Massaker an Schulen von der Politik verantwortlich gemacht wurden. Dieses negative öffentliche Image hat in der Vergangenheit oft dafür gesorgt, dass seriöse Untersuchungen zu Computerspielen kaum möglich waren bzw. nur bestimmte Aspekte diskutiert worden sind.

Wie es zu diesem „Suchtverhalten“ kommt, soll in den nächsten Kapiteln untersucht werden. Da Computerspiele so einen schlechten Ruf haben, ist es verwunderlich, dass trotzdem immer mehr Computerspiele gespielt werden. Um dieser Frage nachzugehen, soll im folgenden Kapitel ein kurzer Einblick in die Psychologie gegeben werden. In der Psychologie hat sich insbesondere die Motivationstheorie damit beschäftigt, aus welchen Gründen heraus Menschen überhaupt etwas tun.

2.2. Motivationstheorie

Worin liegt eigentlich die Motivation der Menschen etwas zu tun? Was ist Motivation? Die Psychologie beschreibt Motivation als den allgemeinen Begriff für alle Prozesse, die der Initiierung, der Richtungsgebung und der Aufrechterhaltung physischer und psychischer Aktivitäten dienen [Zimb04]. Die Frage nach möglichen Motivationsquellen wurde mit mehreren Ansätzen, die jetzt betrachtet werden sollen, versucht zu beantworten.

2.2.1. Triebe und Anreize

Die ersten Theorien zur Motivation sahen alle Lebewesen, und damit auch den Menschen, als triebgesteuerte Wesen, welche durch ihre Umwelt bedingt gezwungen sind, sich bestimmte Verhaltensweisen anzueignen und bestimmte Handlungen durchzuführen. Nach Clark Hull, der diese Theorie entwickelte (1943, 1952), sind Triebe internale Zustände, die als Reaktion auf die physiologischen Bedürfnisse eines Lebewesens entstehen. Organismen versuchen den Zustand des Gleichgewichts, bezüglich biologischer Bedingungen wie Körpertemperatur oder Energieversorgung, beizubehalten. Triebe werden angeregt, wenn Deprivation im Körper ein Ungleichgewicht oder eine Spannung auslöst. Diese Triebe aktivieren den Organismus zur Spannungsreduktion [Zimb04]. So zwingt uns beispielsweise

das Verspüren eines Hungergefühls dazu, an etwas Essbares zu gelangen. Um Nahrung zu bekommen, benötigt man, zumindest heutzutage, Geld. Somit ist man gezwungen, Geld zu verdienen und so weiter.

Später zeigten jedoch Experimente mit Ratten, dass neben den biologischen Bedürfnissen auch andere, externale Reize motivieren können. Bei einem Versuch mit ausgehungerten Ratten, die in eine neue Umgebung mit Futterquellen gesetzt wurden, zeigte sich ein unerwartetes Verhalten: Nach der Spannungsreduktions-Theorie hätten die Tiere mit dem Verzehr der Nahrung beginnen müssen. Sie entschieden sich jedoch dafür, zuerst die Umgebung genau zu erkunden, bevor sie sich der Nahrung zuwandten [Zimb04]. Dieses Beispiel zeigt, dass die Befriedigung der Neugier den Tieren wichtiger war als die Suche nach Nahrung. Es existieren also zwei Arten von Motivation: die internen Triebe und die externen Anreize. Diese Reize werden auch als intrinsisch (interne Triebe) bzw. extrinsisch (externe Anreize) bezeichnet [LPsych].

2.2.2. Die Reversal-Theorie

Eine aktuelle Theorie zur Motivation, die 1989 von Michael Apter entwickelt wurde, ist die so genannte Reversal-Theorie. In dieser Theorie werden verschiedene Zustandsgruppen definiert, die sich gegenseitig ausschließen. Es wird davon ausgegangen, dass sich ein Mensch immer in einem der beiden Zustände einer Zustandsgruppe befindet (z. Bsp. ernst oder verspielt). Die Motivation kommt dann zustande, wenn einer der Zustände in sein Gegenteil wechselt. In der folgenden Tabelle [Zimb04] sind diese metamotivationalen Zustände verzeichnet:

Allgemeine Charakteristika der vier Paare metamotivationaler Zustände

Telisch

- Ernst
- Zielorientiert
- Zieht es vor, vor auszuplanen
- Vermeidet Angst
- Wünscht sich Fortschritt und Leistung

Konformistisch

- Fügsam
- Will Regeln einhalten
- Konventionell
- Freundlich
- Möchte sich anpassen

Beherrschung

- Machtorientiert
- Betrachtet das Leben als Kampf
- Hart
- Bedürfnis nach Kontrolle
- Strebt nach Dominanz

Autozentrisch

- In erster Linie um sich selbst besorgt
- Selbstzentriert
- Konzentriert auf die eigenen Gefühle

Partelisch

- Verspielt
- Tätigkeitsorientiert
- Lebt für den Augenblick
- Sucht Erregung
- Wünscht sich Spaß und Freude

Negativistisch

- Rebellierend
- Will Regeln brechen
- Unkonventionell
- Verärgert
- Möchte unabhängig sein

Sympathie

- Fürsorglich
- Betrachtet das Leben als Kooperation
- Sensibel
- Bedürfnis nach Freundlichkeit
- Wünscht sich Zuwendung

Allozentrisch

- In erster Linie um andere besorgt
- Identifiziert sich mit anderen
- Konzentriert auf die Gefühle anderer

Diese Theorie erklärt zum Beispiel, warum Fallschirmspringer aus einem Flugzeug springen und dabei Spaß empfinden. Mit der Spannungsreduktion ist ein solches Verhalten schwer zu verstehen, da die Antizipation des Sprungs die Spannung eher erhöht, als sie zu reduzieren. Die Reversal-Theorie nimmt hier an, dass die Erfahrung des Fallschirmsprungs einen Wechsel von einem telischen Zustand in einen partelischen Zustand bedeutet. In

einem telischen Zustand führt hohe Erregung (z.B. die Vorstellung aus einem Flugzeug zu springen) zu Angst. In einem partielischem Zustand wird starke Erregung als aufregend empfunden. Demnach würde bei dem gleichem Erregungsniveau ein Wechsel von Angst zu positiver Erregung erfolgen [Zimb04].

2.2.3. Instinktverhalten und Lernen

Dieser Ansatz geht von Instinkten als vorprogrammierte Verhaltenstendenzen zur Überlebenssicherung aus. Instinkte bieten ein Verhaltensrepertoire, das im Genmaterial eines Lebewesens verankert ist. In frühen Theorien wurde die Bedeutung von Instinkten überschätzt. So ging William James im Jahre 1890 in seiner Annahme davon aus, dass sich Menschen stärker auf ihre Instinkte verlassen als andere Lebewesen. Zu den biologischen Instinkten, die Menschen mit anderen Lebewesen gemein haben, treten noch soziale Instinkte wie Sympathie, Anstand, Geselligkeit und Liebe hinzu. Diese Instinkte dienen der Anpassung des Organismus an seine Umwelt. Sigmund Freud dagegen ging 1915 von Triebzuständen aus, die aus Lebensinstinkten (Sexualität) und Todesinstinkten (Aggression) bestehen. Der Drang dieser Instinkte liefert demnach eine psychische Energie, die abgebaut werden muss, wenn Spannungen entstehen. Diese Spannung drängt Menschen zu Objekten oder Handlungen. Diese Instinkte sind nach Freud unterhalb der Bewusstseinsgrenze anzusiedeln [Zimb04].

Später wurde diese Instinkt-Theorie allerdings von Kulturanthropologen wie Ruth Benedict (1959) und Margaret Mead (1939) ins Wanken gebracht. Sie fanden enorme Unterschiede zwischen verschiedenen Kulturen und widersprachen damit der Theorie, dass angeborene Instinkte universell sind. Weitere empirische Belege zeigten, dass wichtige Verhaltensweisen eher erlernt, als angeboren sind. Menschen und andere Lebewesen reagieren sehr sensibel auf Kombinationen von Reizen und Reaktionen in ihrer Umwelt. Jedes Lebewesen zeigt also eine Kombination von erlernten und instinktiven Verhaltensweisen [Zimb04].

2.2.4. Erwartungen und kognitive Ansätze der Motivation

Julian Rotter hat 1954 seine soziale Lerntheorie entwickelt. Er geht davon aus, dass Motivation dann entsteht, wenn ein bestimmtes Ziel erreicht werden soll. Dieses Ziel (beispielsweise eine gute Note bekommen) wird dadurch erreicht, dass eine bestimmte Verhaltensweise (z.B. für eine Prüfung lernen und nicht auf eine Party gehen) gezeigt wird, welche von den eigenen Erwartungen als erfolgreich bewertet wird. Dabei spielt auch die persönliche Bewertung des Ziels eine Rolle [Zimb04].

Es kann allerdings geschehen, dass die Erwartung und die Realität unterschiedliche Ergebnisse zeigen. In diesem Fall kommt es darauf an, wie die Person die Situation empfindet. Fritz Heider geht in diesem Fall davon aus, dass das Ergebnis des Verhaltens (eine schlechte Note) entweder dispositionalen Faktoren, wie beispielsweise fehlender Anstrengung und ungenügender Intelligenz, oder situationalen Faktoren, wie zum Beispiel einem unfairen Test oder einer voreingenommenen Lehrkraft, zugeschrieben werden kann. Wenn die getestete Person davon ausgeht, dass die eigene Vorbereitung unzureichend war, ist die Motivation vorhanden, für die nächste Prüfung mehr zu lernen. Wenn allerdings davon ausgegangen wird, dass die schlechte Note aufgrund einer ungerechten Beurteilung oder fehlender Kompetenz zustande kam, wird die Person vielleicht aufgeben. Die Interpretation der Realität ist also in diesem Fall für fehlende oder vorhandene Motivation verantwortlich [Zimb04].

2.3. Die Flow-Theorie

Im letzten Kapitel wurden verschiedene Motivationstheorien vorgestellt. Wie in Kapitel 2.2.1. zu lesen war, gibt es eine Aufteilung in extrinsische und intrinsische Formen der Motivation. Der ungarisch-amerikanische Soziologe Mihaly Csikszentmihalyi hat sich in seinen Untersuchungen vorrangig mit der intrinsischen Motivation beschäftigt. Sein Interesse galt vor allem spielerischen und künstlerischen Tätigkeiten, wie dem Bergsteigen oder dem Schachspielen sowie dem Malen, bei denen offensichtlich keinerlei Belohnungen existieren.

2.3.1. Intrinsische Motivation

Während seiner Doktorarbeit untersuchte Mihaly Csikszentmihalyi 1965 das Verhalten von Künstlern, die zwar sehr intensiv und konzentriert an ihren Bildern und Skulpturen arbeiteten, jedoch nach Fertigstellung ihrer Werke sehr schnell das Interesse an diesen verloren. Offensichtlich war das Ergebnis der Tätigkeit nicht so lohnend, als die Tätigkeit selbst: „[...] Es war offensichtlich, dass die Aktivität des Malens auch eine eigene autonome, positive Belohnung hervorbrachte.“ [Csiks91]. Mit dieser intrinsischen Motivation beschäftigten sich in den 60er Jahren nur wenige Psychologen. Abraham Maslow ([Mas]JHP, [MasGA04]) entwickelte 1965 eine Theorie, die ein solches Verhalten auf das Bedürfnis der Selbstverwirklichung zurückführte. Diese Theorie beschränkte intrinsische Aktivitäten jedoch auf bestimmte künstlerische Tätigkeiten. Im Bereich der Spiel-Forschung gab es Arbeiten von Piaget, Huizinga und Caillois ([Pia69], [Hui94], [Cai60]), in denen das Spiel an sich als intrinsisch motiviert angesehen wurde. Man spielt, weil das Spielen Freude macht.

1978 sorgte Richard deCharms mit seiner Untersuchung [deCM78] zur sozialen Motivation dafür, dass die intrinsische Motivation größere Beachtung fand. In seinen Forschungen untersuchte er die Lebenseinstellung von Schülern und definierte mehrere Verhaltensgruppen. Eine Gruppe, bezeichnet als „Pawn“, sah sich selbst von äußeren Kräften herumgestoßen, während eine andere Gruppe, „Origin“, glaubte, die Dinge zu tun, die sie selber tun wollten. Diese Gruppe fiel besonders durch ihre intrinsische Motivation auf: „Da sie das Gefühl hatten, Meister ihres eigenen Verhaltens zu sein, nahmen sie es ernster und hatten unabhängig von äußerer Anerkennung Befriedigung daran.“ [Csiks91] Spätere Untersuchungen von Deci [Deci75] belegten deCharms Annahme, dass intrinsische Tätigkeiten ihren Reiz verlieren, sobald diese belohnt werden. Im Belohnungsfall wurde die Tätigkeit als von außen kontrolliert und instrumentalisiert empfunden.

2.3.2. Flow

All diese Untersuchungen waren laut Csikszentmihalyi auf das intrinsisch motivierte Verhalten bezogen, jedoch nicht auf die Beschaffenheit des Erlebens selbst. Um mehr über das Erleben intrinsisch motivierter Tätigkeiten zu erfahren, ließ Csikszentmihalyi mehrere Personengruppen interviewen, die intrinsische Tätigkeiten, wie Bergsteigen, Musizieren, Schachspielen oder Sporttreiben, ausführten. Die Interviewten berichteten von einem emotional fließenden Zustand während der intrinsischen Tätigkeiten, daher stammt der englische Begriff „Flow“.

Aus der Auswertung der Berichte und dem Vergleich verschiedener Gruppen entdeckte Csikszentmihalyi mehrere Eigenschaften von Tätigkeiten, die Flow erzeugen können:

- Die Anforderungen einer Tätigkeit entsprechen den subjektiv empfundenen Fähigkeiten einer Person.
- Die Konzentration auf die Tätigkeit wird nicht unterbrochen, der Sinn wird nicht hinterfragt.
- Die Tätigkeit hat direkte Ziele.

- Es gibt eine unmittelbare Rückmeldung.
- Die ausführende Person hat das subjektive Gefühl, die Situation unter Kontrolle zu haben.
- Verlust des Bewusstseins über sich selbst.
- Veränderung des Zeitempfindens.

Flow ist laut Csikszentmihalyi also das vollständige Aufgehen in einer Tätigkeit, bei der die ausführende Person das Empfinden totaler Kontrolle über die Situation verspürt, da die Anforderungen der Aufgabe mit den Fähigkeiten der Person übereinstimmen. Im Flow verliert der Akteur gleichzeitig das Zeitempfinden und das Bewusstsein über sich selbst.

Sind in einer Tätigkeit einige dieser zuvor genannten Punkte vorhanden, kann sich ein Flow-Zustand einstellen. Den ersten Punkt dieser Eigenschaften hat Csikszentmihalyi zu einem graphischen Modell entwickelt. Dieses Modell (siehe Abbildung 2.1) setzt Flow in den Bereich, in dem die Fähigkeiten einer Person mit der Anforderung einer Handlung übereinstimmen. In diesem Bereich kann Flow stattfinden.

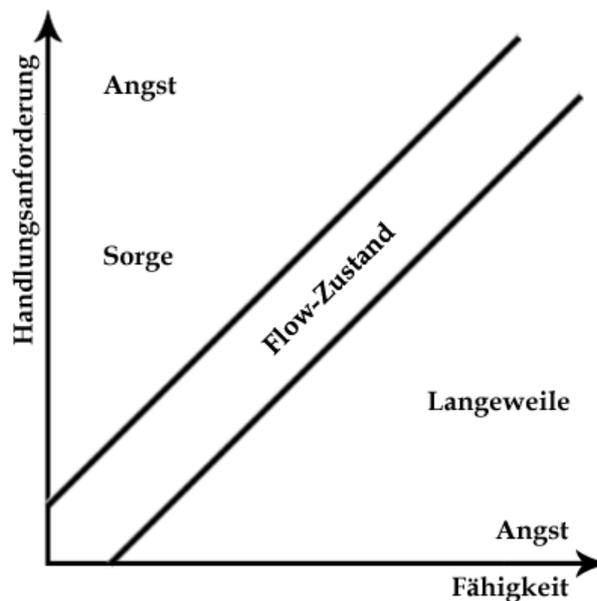


Abbildung 2.1: Modell des Flow-Zustands

Schätzt eine Person die Handlungsanforderungen als so schwierig ein, dass sie ihre Fähigkeiten übersteigt, wird die resultierende Spannung als Angst erlebt; liegt das Fähigkeitsniveau höher, aber immer noch nicht auf Höhe der Anforderung, wird die Situation mit Sorge beobachtet. Flow stellt sich dann ein, wenn die Handlungsanforderungen bzw. -möglichkeiten der Situation mit den Fähigkeiten der Person im Gleichgewicht stehen; das Erlebnis ist dann ein autotelisches. Übersteigen die Fähigkeiten andererseits die Handlungsmöglichkeiten, so ist Langeweile die Folge; auch dieser Zustand kann bei allzu großer Diskrepanz in Angst übergehen.[Csiks85]

2.3.3. Stand der Forschung

Nachdem Csikszentmihalyi seine Theorie veröffentlichte, beschäftigten sich weitere Wissenschaftler mit diesem Phänomen. Allerdings wurden immer neue Definitionen, wie Flow beschrieben werden kann, veröffentlicht. In einigen dieser Untersuchungen wurde Flow nicht fest definiert, sondern mit einer Anzahl von Ansätzen, die nur erfahren werden können, während man Flow erlebt, erklärt. Thomas P. Novak [Nov97] hat diese Ansätze 1997 in einer Studie zusammengetragen. Diese Untersuchungen haben drei weitere Flow-Modelle hervor gebracht, die hier erwähnt werden sollen.

Hoffman und Novak [HoNov95] haben in den 90er Jahren ein konzeptuelles Modell für computervermittelte Medien entwickelt. Dieses bringt neben Herausforderung (Challenge)

und Fähigkeiten (Skills) auch Eigenschaften wie Aufmerksamkeit, Interaktivität und Telepräsenz in das Flow-Modell ein. Eine vereinfachte Version des Modells ist in Abbildung 2.2 zu sehen:

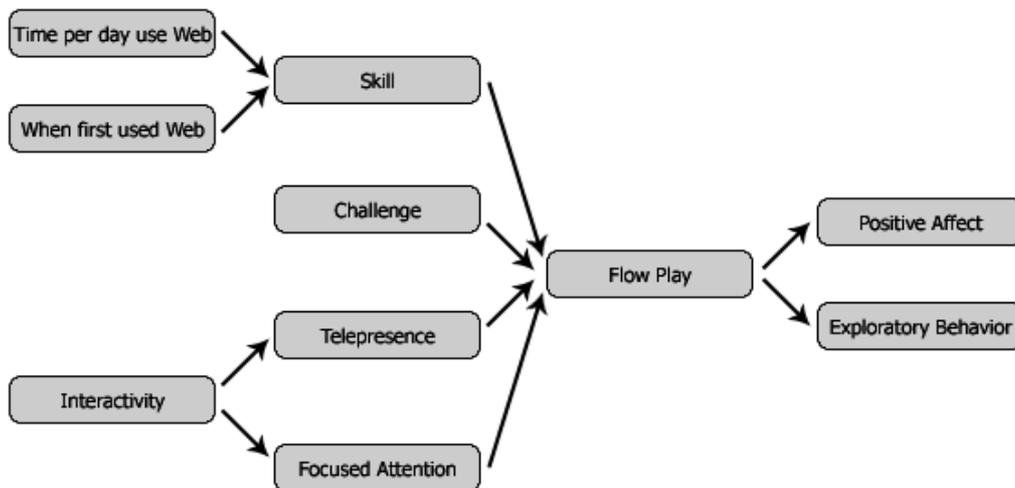


Abbildung 2.2: konzeptuelles Flow-Modell nach Hoffman & Novak

Die anderen Modelle basieren auf einem vereinfachten Modell Csikszentmihalyis. Das 3-Kanal-Flow-Modell in Abb. 2.3 legt die Bereiche fest, in denen man von Angst, Langeweile und Flow spricht. Mehr empirischen Zuspruch fand das 4-Kanal-Flow-Modell in Abb.2.4, in dem nur der Bereich als Flow bezeichnet wird, in welchem Herausforderung und Fähigkeit in einem hohen Bereich liegen. Dieses Modell wurde in mehreren Studien (siehe [Nov97]; S.9) verwendet und zeigt eindeutige Unterschiede zwischen den vier Segmenten, insbesondere zwischen den Flow- und den Apathie-Bereichen.

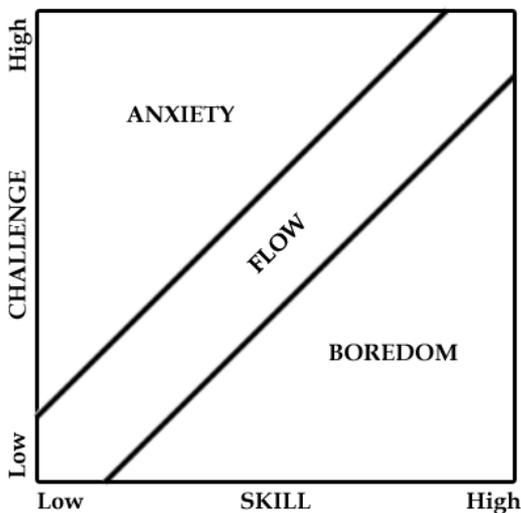


Abbildung 2.3: 3-Kanal-Flow-Modell

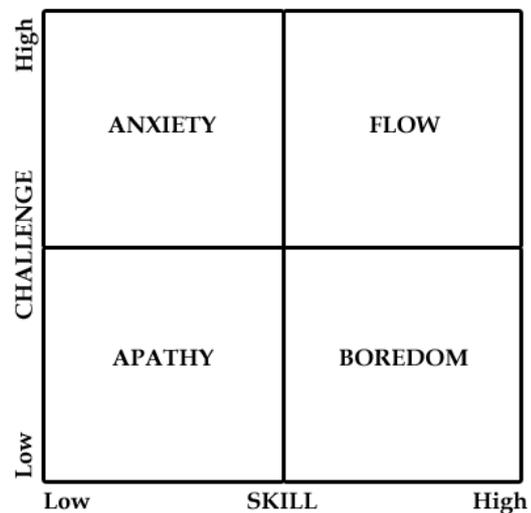


Abbildung 2.4: 4-Kanal-Flow-Modell

Eine Weiterentwicklung des 4-Kanal-Flow-Modells ist ein Modell mit 8 Kanälen. Hier wurden auch mittlere Fähigkeits- und Anforderungs-Stufen in das Modell eingearbeitet, wie in Abb. 2.5 zu sehen ist.



Abbildung 2. 5: 8-Kanal-Flow-Modell

2.3.4. Kritik am Flow-Zustand

Der Flow-Zustand ist allerdings nicht unumstritten. Es wird oft die Wissenschaftlichkeit der Theorie bezweifelt. Das Zustandekommen des Flow-Begriffs basiert auf der Befragung kleiner spezialisierter Gruppen von Menschen (z.B. Bergsteiger, Chirurgen, Tänzer), die über ihre subjektiven Erfahrungen berichteten. Damit sind die Ergebnisse, zu denen Csikszentmihalyi kommt, nicht unbedingt repräsentativ.

Csikszentmihalyi zählt zwar mehrere Eigenschaften des Flow-Zustands auf, jedoch untersucht er diese nicht wissenschaftlich. Brandon Rickman [Rick04] beanstandet genau diesen Punkt. Er fragt sich, warum das veränderte Zeitempfinden nicht untersucht wurde. Eine solche Untersuchung könnte zeigen, dass die Interviewten im Normalzustand die Zeit zwar richtig einschätzen können, jedoch bei bestimmten Tätigkeiten, die zum Flow-Zustand führen, ihr Zeitempfinden beeinträchtigt ist. Es gibt bisher keine Untersuchungen von Csikszentmihalyi, die diese Faktoren berücksichtigen. Weiterhin werden die Beispiele, die Csikszentmihalyi verwendet, beanstandet. Sie lesen sich laut Rickman wie die „Weekly World News of optimal experience“: „Mann in Asien erlebt Flow-Zustand“; „alte Frau in Schweizer Dorf lebt ihr Leben lang im Flow“; „Mann überstand Gefangenschaft nur durch Flow-Zustand“. Zudem erscheinen regelmäßig Bücher von Csikszentmihalyi, die eher in Richtung Unterhaltung gehen, als sich wissenschaftlich zu präsentieren. Buchtitel wie „Dem Sinn des Lebens eine Zukunft geben“ oder „Lebe gut!“ wirken im wissenschaftlichen Kanon eher esoterisch. Trotz dieser Kritikpunkte stellt das Flow-Modell eine Methode zur Verfügung, bestimmte Erfahrungen vergleichen zu können. Wenn es einen Weg gibt, die Datenerfassung vom Fragebogen weg und hin zu genaueren Messmethoden zu entwickeln, kann dieser Theorie möglicherweise wieder etwas mehr an wissenschaftlichem Hintergrund verliehen werden.

2.4. Messbarkeit des Flow-Zustands

Das Messen persönlicher Empfindungen ist ein in der Psychologie lange bekanntes Problem. Um diese Daten zu erfassen, hat sich der Fragebogen als Instrument bewährt, solange eine genügend große Gruppe befragt wird. Bei kleinen Gruppen sind die Aussagen nicht besonders verlässlich. Csikszentmihalyi hat basierend auf Fragebögen und Interviews eine Methode entwickelt, um Flow im Alltag zu messen, welche in den nächsten Kapiteln kurz vorgestellt wird. Im Anschluss an die Darstellung der bereits bekannten Methoden soll die Möglichkeit einer automatischen Flow-Messung betrachtet werden. Dazu werden verschiedene Messmethoden auf ihre Eignung hin untersucht, Flow automatisch zu messen.

2.4.1. Fragebögen & Interviews

Im Rahmen seiner ersten Untersuchungsmethode hat Csikszentmihalyi Bergsteiger, Tänzer und andere Personen, die intrinsische Tätigkeiten ausübten, interviewt, um ihre Erfahrungen beim Ausüben dieser Tätigkeiten zu erfassen. Mit Hilfe dieser Interviews wurden Fragebögen entwickelt, die zur Messung von Flow-Aktivitäten geeignet waren.

Da Fragebögen nach einer Aktivität nur rückblickend auf ein Flow-Erlebnis Informationen liefern, wurde für webbasierte Lernumgebungen ein Verfahren [Nov97] entwickelt, welches während der Lernaufgabe zwei Fragen nach den Anforderungen und Fähigkeiten stellt. Daraus lässt sich ein Flow-Verlauf erstellen, an dem zu erkennen ist, wie die Probanden auf eine Aufgabenstellung reagieren. Diese Art der Flow-Messung lässt sich allerdings nur dann anwenden, wenn die gemessene Aktivität nicht durch die Befragung gestört wird. Bei Webseiten ist dies einfach und ohne Störung möglich, da normalerweise Pausen nach dem Betrachten einer Seite entstehen. Bei anderen Aktivitäten, wie Computerspielen oder Bergsteigen, sind keine Pausen vorgesehen, in denen eine Befragung erfolgen kann.

2.4.2. Die „Experience – Sampling – Method“

Die Fragebogen-Methode gibt zwar Auskunft über vergangene Flow-Zustände, jedoch sind diese in der Vergangenheit zu finden und Beschreibungen bzw. Erinnerungen werden unklarer, je weiter der Zeitpunkt des Erlebens und des Berichtens auseinander liegen. Daher wurde eine Methode entwickelt, mit der man zeitunabhängig Daten erfassen kann. Dazu wurden die Probanden mit Hilfe eines Signalgebers mehrmals täglich aufgefordert, ihre momentanen Empfindungen anzugeben. Auf diese Weise konnten Aussagen über das Flow-Verhalten im Alltag gewonnen werden. Hier kann ein Flow-Verlauf gemessen werden, jedoch unterbricht die Aufforderung zum Ausfüllen des Fragebogens wiederum die alltäglichen Tätigkeiten und damit auch einen eventuell vorhandenen Flow-Zustand.

2.5. Automatisch messbare Daten

Mit den bisherigen Messmethoden konnte Flow immer nur zu bestimmten Zeitpunkten gemessen werden, eine kontinuierliche Messung war damit aber nicht möglich. Fragebögen können zwar Auskünfte über einen erlebten Flow-Zustand geben, jedoch sind ein genauer Zeitpunkt und die Gründe für das Eintreten dieses Zustands nur vage zu ermitteln. Man könnte natürlich eine Tätigkeit oft unterbrechen, um genauer den Verlauf zu dokumentieren, dadurch würde aber ein potenzieller Flow-Zustand gestört werden. Wenn man Flow messen will, ohne den Probanden aus dem Flow-Zustand zu reißen, sollte man Messmethoden anwenden, die seine Tätigkeit nicht unterbrechen. Weiterhin muss die Messumgebung die uneingeschränkte Ausübung der Tätigkeit ermöglichen sowie Ablenkungen verhindern.

Die folgenden Messmethoden sollen auf ihre Anwendbarkeit für eine automatische Flow-Messung untersucht werden. Wenn sich eine Methode oder eine Kombination von

Methoden finden lässt, die eine Abbildung auf die bekannten Flow-Modelle ermöglicht, so steht einer automatischen Flow-Erkennung nichts im Weg.

2.5.1. Videoaufzeichnung der Aktivität

Die Fragebogenmethode versucht nach einer Aktivität die Erlebnisse des Probanden zu ermitteln. Ein Problem dabei stellt die Zeit zwischen Tätigkeit und Bericht dar. Je größer die zeitliche Distanz ist, desto ungenauer kann sich der Proband an Details erinnern, die möglicherweise ausschlaggebend für die Auswertung sein können. So sollte die gesamte Aktivität des Probanden auf Video aufgezeichnet werden, um die untersuchte Tätigkeit der Versuchsperson erneut vor Augen führen zu können. Das kann der Versuchsperson helfen, sich später an Details zu erinnern.

Ein Problem dieser Methode ist das beschränkte Sichtfeld der Kamera, die außerdem eine andere Perspektive einnimmt. So kann ein Schlüsselereignis, welches vom Probanden wahrgenommen wurde, nicht unbedingt von einer Kamera erfasst werden (es sei denn man benutzt eine Helmkamera). Diese Methode kann aber auf eine Tätigkeit angewandt werden, bei der die visuellen Informationen, die dem Probanden zur Verfügung stehen, komplett aufgezeichnet werden. Bei Aktivitäten an Bildschirmen kann das Video- und Tonsignal problemlos aufgezeichnet werden, ohne den Probanden bei seiner Tätigkeit zu stören. Weiterhin muss sichergestellt werden, dass keine weiteren Faktoren hinzukommen, die die Tätigkeit des Probanden beeinflussen und nicht aufgezeichnet werden können.

Die Videoaufzeichnung ermöglicht es, dem Probanden die aufgezeichnete Aktivität vorzuführen. Dadurch kann der Proband selbstständig die für seine Empfindungen relevanten Stellen markieren. So kann der Proband eine kontinuierliche Angabe seines Stimmungsniveaus angeben, welches mit anderen, automatisch erfassten Daten verglichen werden kann.

2.5.2. Mimikererkennung & FACS

Wie uns Menschen ist es inzwischen auch dem Computer möglich, aus der Mimik eines Menschen Gefühle abzuleiten. Dazu muss der Proband von einer Kamera aufgezeichnet werden. Dabei wird das Gesicht über eine spezielle Software nach mimiktypischen Verzerrungen untersucht. Diese Untersuchung geht auf das bewährte „Facial Action Coding System“ (FACS) von Paul Ekman [EckFri78] zurück, welches auch von Menschen benutzt wird, um aus Gesichtsmuskelbewegungen Empfindungen abzuleiten. Auch diese Messmethode ist zum Flow-Messen geeignet, da der Proband hier weder abgelenkt noch behindert wird. Allerdings ist die Anwendbarkeit eingeschränkt, da nicht immer eine Kamera so positioniert werden kann, dass das Gesicht des Probanden zu sehen ist.

Die automatische Mimikererkennung ist ein Forschungsgebiet, welches erst in den letzten Jahren durch die verfügbare Rechenleistung ermöglicht wurde. Gesichtserkennungsalgorithmen kommen vor allem in der Biometrik zur Anwendung. Dort wird allerdings versucht, Mimik als Störfaktor für die Gesichtserkennung zu ignorieren.

Inzwischen gibt es bereits mehrere Forschergruppen, die bemüht sind, die automatische Mimikererkennung voranzutreiben. Eine an der University of California entwickelte Software ist in der Lage, sechs verschiedene Gefühle (glücklich sein, verärgert sein, Ekel empfinden, ängstlich sein, überrascht sein, traurig sein) aus der Mimik heraus zu messen und als Verlauf darzustellen (Abb. 2.6). Mit dieser Software lässt sich automatisch messen, wie ein Proband empfindet. Da sich die Mimikererkennung noch in der Entwicklung befindet, wird es in diesem Bereich vermutlich erst in Zukunft absolut verlässliche Ergebnisse geben, jedoch sollten die momentanen Ergebnisse für die Flow-Messung ausreichend sein. Leider steht zum Zeitpunkt dieser Arbeit noch keine Software zur Mimikererkennung zur Verfügung, sodass eine automatische Flow-Erkennung momentan noch nicht vollständig möglich ist.

Eine erste Version dieser Software wird noch in diesem Jahr erscheinen. Trotzdem kann über andere Messwerte eine teilweise automatische Messung vorgenommen werden, die jedoch nur die Erregung ermitteln kann.

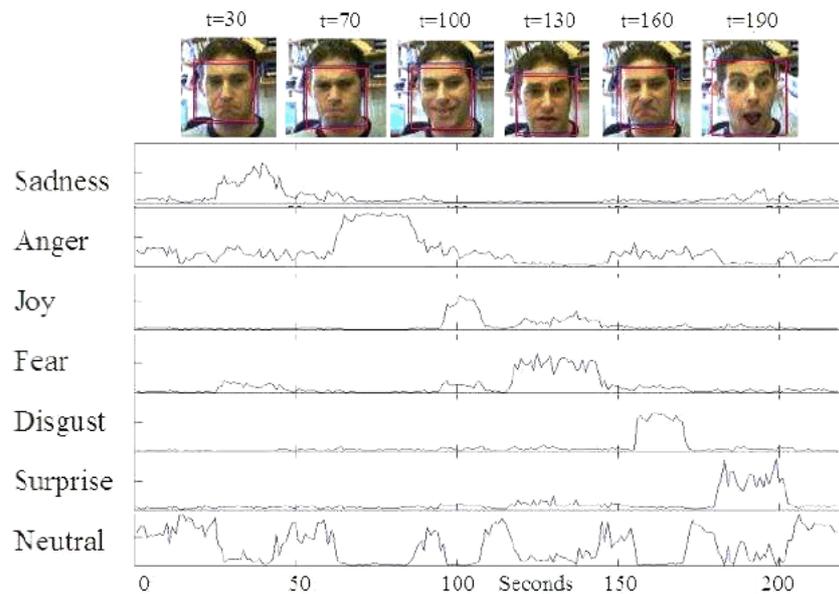


Abbildung 2.6: Mimikerkennung in einer Videosequenz [LBFCM03]

2.5.3. Augenanalyse und Blickverfolgung

Eine weitere Informationsquelle, die per Videoaufzeichnung erfasst werden kann, ist die Verfolgung des Blicks. So ist es möglich zu erfassen, an welche Stelle der Proband gesehen hat. Daraus können Schlüsse gezogen werden, die für die Entwicklung eines graphischen Interfaces von Interesse sind. An der Freien Universität Berlin [FUBeye04] wurde bereits von Florian Kerkau ein solches Verfahren entwickelt. Dieses Pupillen-Messverfahren kann auch Schlüsse auf Emotionen ziehen. Unabhängig vom Lichteinfall kann eine emotionale Reaktion aufgrund der Iriskontraktion ermittelt werden.

2.5.4. Messen von Herzdaten und Hautwiderstand

Um Informationen über das Erregungsniveau eines Menschen zu erlangen, ist es notwendig, die Herzfrequenz und den Hautwiderstand zu messen. Diese Messung kann ohne Beeinträchtigung des Probanden geschehen, denn die entsprechenden Sensoren sind klein und am Probanden so anzubringen, dass dieser nicht in seiner, für die zu messende Aktivität notwendigen Bewegung, eingeschränkt wird. Es erfordert auch keine Aufmerksamkeit des Probanden, um diese Daten zu erfassen – somit ist eine Unterbrechung des Flow-Zustands auszuschließen. Diese beiden Informationen geben Auskunft über die Erregung des Probanden, denn die beiden Extrema Angst und Langeweile lassen sich über diese Messungen hervorragend ableiten.

2.5.5. EEG und MRT

Eine weitere Möglichkeit, über Gefühle Informationen zu erlangen, ist der „Blick“ ins Gehirn. Mittels EEG und MRT könnten die Areale, die bei bestimmten Gefühlen aktiv sind, bestimmt werden. Allerdings sind für die Auswertung der Daten Spezialisten notwendig, die nicht durch Software ersetzt werden können. Des Weiteren wäre eine Messung auch mit einem erheblichen messtechnischen Aufwand verbunden, so dass der Proband die Tätigkeit, die gemessen werden soll, nicht ungestört ausüben kann.

Wenn in Zukunft diese Hindernisse überwunden werden können, sollten diese Informationen auch mit in die Flow-Erkennung einfließen, um eine weitere Datenquelle zu erschließen.

2.6 Flow-Messung bei Computerspielen

In Untersuchungen zur Wirkung von Computerspielen wurde unter anderem von Turkle, Rheinberg und Fritz (siehe [Turk84], [Rhein85] und [FritzGuC]) festgestellt, dass Spieler einen Flow-Zustand erleben können. Jürgen Fritz geht sogar noch weiter und spricht von Sogwirkungen:

„Die Sogwirkung des Computerspiels kann durch zwei Teil-Funktionskreise entstehen: durch die "Frustrations-Spirale" und die "Flow-Spirale". Bei der "Frustrations-Spirale" führen negativ-emotionale Spielfolgen dazu, dass die (nicht erlangten) Spielreize immer begehrtlicher werden und den Spieler "zwingen", immer mehr Zeit und Konzentrationskraft in das Spiel zu "investieren". Die "Flow-Spirale" schöpft aus den positiv-emotionalen Spielfolgen die Erwartung, dass diese "Lust" sich immer wieder herstellen lässt. Von daher bleibt der Spieler in der für ihn befriedigenden Spielaktivität. Er steigert die Intensität der sekundären Spielhandlungen durch noch größere Konzentration, um auch schwierigere Levels des Spiels "in den Griff" zu kriegen und im Flow zu bleiben.“ [FritzGuC]

Computerspiele sind also intrinsische Tätigkeiten, in denen Flow auftreten kann. Die Flow-Erlebnisse der Spieler sind ein Anzeichen für ein gutes Spieldesign. Ein Spiel, welches Flow ermöglicht, wird sich wahrscheinlich gut verkaufen, da sich eine entsprechende Begeisterung der Spieler und Spieletester in den Fachzeitschriften positiv auf den Verkauf auswirkt. Deshalb ist es für einen Spielehersteller deshalb wichtig zu wissen, ob ein Spiel, welches sich in der Entwicklung befindet, auch Flow hervorrufen kann oder ob noch Änderungen am Spieldesign vorgenommen werden müssen. Die Testabteilungen bei den Herstellern werden meistens nur dafür genutzt, um Programmierfehler zu finden, jedoch nicht, um das Spielerlebnis zu bewerten. Hier könnte eine Flow-Messung helfen, eine weitere Testkomponente einzuführen. Aus den gemessenen Flow-Werten lassen sich dann Rückschlüsse auf Designfehler ziehen, bevor das Spiel in den Regalen steht. Bisherige Maßnahmen zur Designänderung basierten immer auf dem Vergleich zu anderen Spielen, so dass innovative Ideen, die eventuell ein besseres Flow-Erlebnis bieten, nicht oder nur selten berücksichtigt wurden.

Ein weiteres Detail, welches für einen Spielehersteller interessant ist, ist die Erfassung von Lernkurven. Ähnlich wie in der Untersuchung zu webbasierten Inhalten [PAH04] kann eine Lernkurve erstellt werden, die zeigt, wie schnell sich ein Spieler in einem Spiel zurechtfindet. Diese Lernkurve kann dem Hersteller zeigen, ob zur Unterstützung der Spieler mehr Hilfen in das Spiel eingebaut werden sollten oder ob das Spiel zu einfach zu spielen ist.

Eine dynamische Anpassung der Schwierigkeitsstufe könnte eingebaut werden, wenn während des Spiels eine automatische Flow-Erkennung zum Einsatz kommen würde. In diesem Fall bräuchte man allerdings ein Echtzeit-System, um die Flow-Messergebnisse in den Spielverlauf zu integrieren. Einfacher ist es jedoch, aus dem Spielverlauf direkt die Schwierigkeitsstufe des Spiels an den Spieler anzupassen, indem die Ereignisse des Spiels ausgewertet werden und dementsprechend die Schwierigkeitsstufe angepasst wird (zum Beispiel kann die Stärke von virtuellen Charakteren angepasst werden, wie in [ASFLR04] beschrieben wurde).

2.6.1. Automatische Flow-Messung

Computerspiele eignen sich für eine automatische Flow-Messung besonders gut, da alle für den Flow relevanten Daten aufgezeichnet werden können, ohne den Spieler zu beeinträchtigen. Der Spieler konzentriert sich hierbei auf den Bildschirm und auf die Geräusche des Spiels, andere Quellen können in einer entsprechenden Testumgebung beseitigt werden. Damit ist sichergestellt, dass keine Störquellen das Erlebnis des Spielens beeinträchtigen oder relevante Details nicht erfasst werden. Die Testumgebung besteht aus der Videoaufzeichnung des Spielers, dem Spielgeschehen und der Erfassung biometrischer Daten in Form von Hautwiderstand und Herzdaten. Dazu ist es notwendig, den Spieler an ein Gerät anzuschließen, welches diese Daten misst. Dabei muss das Messgerät so angeschlossen werden, dass keine Beeinträchtigung des Spielers entstehen kann.

2.6.2. Genreunterschiede

Da es die unterschiedlichsten Spiele gibt, ist zu überlegen, welches Genre sich für eine solche Messung am besten eignet. Grundsätzlich muss ein Spiel gewählt werden, welches immersiv ist, damit sich der Proband in die Spielwelt hinein versetzen kann. Nur dann nimmt der Spieler die Situation ernst und versucht das Spiel ernsthaft zu spielen. First-Person-Shooter, Rennspiele und Strategiespiele scheinen sich hier anzubieten. Entweder hat man eine direkte Sicht aus Spielerperspektive oder man baut eine Basis im Spiel auf, mit der sich der Spieler identifiziert. Weiterhin sollte eine Beschränkung der Spielzeit vorhanden sein, um eine Messung effektiv durchzuführen. Es sollten für eine Messung Spiele ausgewählt werden, die Spielzeiten bis zu 60 Minuten haben. Diese Einschränkung ist notwendig, damit der Proband die Möglichkeit hat, in einem angenehmen zeitlichen Rahmen die Bewertung des Spiels vorzunehmen. Dies ist solange erforderlich, bis eine automatische Flow-Messung verfügbar ist. Bei längeren Spielzeiten ist es sehr mühsam die Bewertung vorzunehmen, denn schließlich soll der Proband nach der Aufzeichnung den Spielverlauf bewerten und muss sich dazu den gesamten Spielverlauf ansehen. Spiele, die im Rundensystem über mehrere Tage dauern können, scheiden für eine Flow-Messung vorerst aus, da solch ein Spiel nicht unter kontrollierten Bedingungen gemessen werden kann. Welche Genre sich für diese Messmethode eignen und welche nicht, soll in folgender Tabelle betrachtet werden.

Genre	Pro	Contra
Actionspiel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kurze Spieldauer ▪ sehr immersiv (z.B. First Person Shooter) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ wenige Lösungswege (z.B. Jump'n'Run)
Strategie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ viele Lösungswege ▪ immersiv 	
Simulation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ viele Lösungswege 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ lange Spieldauer ▪ keine Spielziele (z.B. SimCity, Die Sims)
Adventure		<ul style="list-style-type: none"> ▪ lange Spieldauer ▪ wenige Lösungswege
Rollenspiel		<ul style="list-style-type: none"> ▪ lange Spieldauer ▪ keine Spielziele
Sportspiele	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kurze Spieldauer ▪ viele Lösungswege 	
Sonstige Spiele	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kurze Spieldauer 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oft zu abstrakt, kaum Immersion (z.B. Schach)

Für die geplante Messmethode eignen sich auf Grund kurzer oder mittlerer Spielzeiten (unter 60 Minuten) besonders Strategie- und Action- sowie Sport-Spiele. Actionspiele und Echtzeitstrategiespiele scheinen auch von der Immersion her am besten geeignet zu sein. Da die Messung des Hautwiderstands jedoch an einer Hand erfolgt, ist es nicht möglich, beide

Hände zum Spielen zu benutzen. Daher sollte zum Testen des Verfahrens ein Spiel aus dem Echtzeitstrategie-Genre verwendet werden, welches auch mit einer Hand zu spielen ist. Rollenspiele, Simulationen und Adventure dauern zu lange, um manuell ausgewertet zu werden. Handelt es sich allerdings um eine automatische Messung, sind auch Untersuchungen in diesen Genres möglich. Für die Messung sollte ein Spiel gefunden werden, welches multiple Lösungswege bietet. Ein Spiel, in dem immer mit dem gleichen Verhalten ein Fortschritt erzielt wird, bietet nur wenig Spielraum, um seine Fähigkeiten zu verbessern. Dagegen bietet ein Spiel mit vielen verschiedenen taktischen Möglichkeiten den Rahmen für eine Entwicklung des Spielers. Hier ist auch wichtig, ob man gegen einen Computergegner spielt, der eine eingeschränktere Innovationsfähigkeit besitzt, als ein menschlicher Gegner. Den Computer kann man mit bestimmten Taktiken besser besiegen als ein Mensch, da der Computer sich entweder schlecht oder gar nicht anpassen kann.

2.6.3. Singleplayer vs. Multiplayer

Die Frage, ob ein Spiel gegen den Computer oder gegen andere Menschen gemessen werden soll, ist recht interessant, da das Spielen im Netz einen besonderen Reiz ausmacht. Es kommt bei einem Spiel gegen andere Menschen eine weitere Motivationsebene hinzu: Wettbewerb. Der Spieler will nicht nur das Spiel meistern, sondern auch gegen einen anderen Spieler gewinnen oder zumindest sich mit ihm messen. Dabei spielt sicherlich eine zusätzliche „Belohnung“ bzw. „Bestrafung“ in Form von Anerkennung eine Rolle. Diese Extra-Motivation soll in dieser Arbeit noch nicht untersucht werden. Gegenstand dieser Arbeit ist zunächst nur das Spiel mit einem Spieler und dessen Flow-Eigenschaften, die dabei gemessen werden. Zu einem späteren Zeitpunkt kann auch ein Spiel mit mehreren Spielern gemessen und gleichzeitig untersucht werden, wie sich dieses Wettbewerbsgefühl der Spielteilnehmer auf das Flow-Erlebnis auswirken kann.

2.6.4. Testszenario

Um eine repräsentative Flow-Messung durchzuführen ist es notwendig, dass alle Probanden das gleiche Test-Szenario zur Verfügung gestellt bekommen. Dies macht erforderlich, dass die Reaktion des Computergegners vorhersehbar ist. Nur so ist es möglich, verschiedene Spieler zu vergleichen. Es ist also notwendig, immer das gleiche Szenario benutzen zu können. Auch die Spielstufe sollte sich für einen Vergleich mehrerer Spieler immer auf demselben Niveau befinden. Allerdings sollte dabei eine Berücksichtigung der Spielerstärke erfolgen. Zu Beginn eines Tests wird der Proband befragt, zu welcher Spielergruppe (Anfänger, Gelegenheitsspieler, Profi) sich der Proband zählt. Anhand dieser Angabe sollte die Schwierigkeitsstufe (leicht, mittel, schwer) gewählt werden. Wichtig ist auch, dass der Proband mit den Grundlagen des Spiels (Steuerung, Zielstellung, Funktion der Spielelemente, Bedienung der Maus) vertraut ist, damit sich alle Testpersonen auf einem gleichen Ausgangsniveau befinden. Wenn dies nicht der Fall ist, kann ein absoluter Anfänger bereits an der Maussteuerung versagen.

Ein Spiel, welches alle hier erwähnten Bedingungen erfüllt, ist „Command & Conquer: Generals - Zero Hour“ [C&CZH03]. Mit diesem Spiel wurden die Test-Messungen durchgeführt. Für die Tests wurde immer auf der Karte „Alpine Assault“ gespielt, wobei der Spieler die Gruppe „USA“ gegen die Gruppe „GLA“ in die Schlacht führte.

2.7. Zusammenfassung

Es ist oft zu beobachten, dass beim Spielen eines guten Computerspiels die Spieler ihr Zeitgefühl verlieren, da sie zu sehr in ihre Tätigkeit vertieft sind. Außerdem fällt es ihnen schwer, das Spiel zu beenden, wenn sie ihr Spielziel noch nicht erreicht haben. Dieser Zustand wird von den Spielern selbst als angenehm empfunden und als „sich im Spielfluss befinden“ bezeichnet. In diesem Kapitel wurden die Grundlagen für die weiteren Betrachtungen gelegt. Es wurden die Eigenschaften von Computerspielen aufgeführt, die notwendig für die Entwicklung eines guten Computerspiels sind und gleichzeitig die Basis dafür bilden, einen Spieler in den Flow-Zustand versetzen zu können. Des Weiteren wurde ein Überblick über die psychologische Motivationsforschung gegeben. Anschließend wurde über die intrinsische Motivation der Flow-Begriff vorgestellt und diskutiert. Für die Entwicklung einer Flow-Messmethode bei Computerspielen wurden die klassischen Methoden sowie neue Messmethoden auf ihre Anwendbarkeit geprüft. Dabei ist eine Beschränkung auf ein bestimmtes Genre von Computerspielen festgelegt und eine Testumgebung erarbeitet worden, die im nächsten Kapitel genauer definiert wird.

3. Entwurf einer Messumgebung

In diesem Kapitel sollen die technischen Anforderungen einer Flow-Messung für Computerspiele betrachtet werden. Zunächst werden allgemein die Anforderungen an eine solche Messumgebung betrachtet. Anschließend werden verschiedene Lösungsansätze untersucht. Daraus resultierend wird Messaufbau präsentiert, der die notwendigen Bedingungen erfüllt.

3.1. Anforderungen

Bisherige Flow-Messungen basierten hauptsächlich auf Fragebögen, die, entweder nach oder während einer Tätigkeit, von Probanden beantwortet werden mussten. Diese Methode hat jedoch zwei Nachteile: Entweder wird bei der Befragung der Proband bei seiner Tätigkeit gestört oder der Proband kann sich bei einer anschließenden Befragung nicht mehr genau an den Verlauf der Tätigkeit erinnern. Um bei einer neuen Messmethode eventuell eintretende Störungen der zu messenden Tätigkeit möglichst gering zu halten, sollen nun Kriterien aufgestellt werden, die eine störungsfreie Flow-Messung gewährleisten.

3.1.1. Unterbrechungsfreiheit

Um Flow unbeeinträchtigt messen zu können, muss eine nicht invasive Messmethode entwickelt werden. Die so genannte „Experience-Sampling-Method“ unterbricht den Probanden bei seiner Tätigkeit und zerstört damit einen möglicherweise gerade zu diesem Zeitpunkt bestehenden oder entstehenden Flow-Zustand. Diese Methode wurde für Messungen im Alltag entwickelt, also für Tätigkeiten, die sehr lange andauern. Für Messungen an kürzeren Tätigkeiten macht diese Methode demzufolge keinen Sinn.

Eine Methode, die zur Flow-Messung bei Online-Lerneinheiten [PAH04] verwendet wurde, unterbricht die zu messende Tätigkeit nicht. Allerdings ist dies auf die Beschaffenheit des Mediums zurückzuführen. Da jede Lerneinheit auf eine Webseite beschränkt war, konnte am Ende der Webseite ein kleiner Fragebogen eingebaut werden, den die Probanden vor der nächsten Lektion auszufüllen hatten. Es war also nach jeder Lektion sowieso eine kleine Unterbrechung der Tätigkeit vorhanden, die für die Messung genutzt wurde. Eine Anwendung dieser Methode auf Computerspiele ist allerdings nur beschränkt möglich, da in Computerspielen entweder keine Pausen im Spielverlauf vorgesehen sind oder nur kurze Pausen zwischen Levelübergängen vorhanden sind. Für eine neue Messmethode, die für Computerspiele geeignet ist, muss demnach ein Weg gefunden werden, der es möglich macht, eine Messung ohne Unterbrechung des Spiels vorzunehmen.

3.1.2. Vollständigkeit

Damit Rückschlüsse auf die Ursachen von Flow-Zuständen ermöglicht werden, ist eine lückenlose Erfassung der Tätigkeit notwendig. Bisherige Messungen haben nur die Ergebnisse der Tätigkeiten untersucht, jedoch nicht das Zustandekommen der Messwerte.

Ist eine vollständige Erfassung der Tätigkeit zum Beispiel mit einer oder mehreren Videoaufzeichnungen möglich, können Rückschlüsse aus dem Entstehen von Flow-Zuständen gezogen werden. Eine Analyse der Tätigkeit kann dann zeigen, warum an einer bestimmten Stelle der Proband seine Bewertung auf eine bestimmte Weise gemacht hat.

Diese Information ist beispielsweise für die Entwicklung von Computerspielen interessant. So kann der Spielhersteller bereits in der Entwicklung erkennen, wo im

Spielverlauf Schwachstellen sind, die anschließend behoben werden können, um das Spiel zu verbessern.

3.1.3. Flow-Verlauf-Erfassung

Fragebögen können nur rückwirkend einen bestimmten Zeitbereich bewerten. Damit ist es nicht möglich, den Verlauf der Tätigkeit zu beschreiben. Problematisch ist dabei außerdem, dass kurze Flow-Phasen durch lange Phasen von Langeweile überdeckt werden können. In der Erinnerung des Probanden wird in einem solchen Zeitbereich kein Flow-Zustand angegeben, obwohl kurzzeitig ein Flow-Zustand erreicht wurde.

Die Zeit, die zwischen dem Erleben und der Befragung vergeht, ist außerdem problematisch, da, je größer der zeitliche Abstand ist, die Antworten ungenauer werden. Um dieses Problem zu beheben, könnten mehrere Befragungen während der Tätigkeit gemacht werden. Je kleiner die Befragungsperioden gemacht werden würden, desto genauer wären dann auch die Ergebnisse. Wahrscheinlicher ist es aber, dass die Befragung die Tätigkeit unterbricht und damit beeinflusst.

Die „Experience-Sampling-Method“ unterbricht den Probanden an zufällig gewählten Zeitpunkten. Diese willkürliche Verteilung der Zeitpunkte ist nicht geeignet, einen kontinuierlichen Verlauf zu generieren. Dazu wären regelmäßige Zeitintervalle nützlicher. Bei natürlich vorkommenden Unterbrechungen der Tätigkeit kann allerdings eine solche Befragung erfolgen, ohne Einfluss auf die Tätigkeit zu nehmen. Dieses Verfahren wurde bei webbasierten Lerninhalten [PAH04] angewandt. So konnte ein Flow-Verlauf der Tätigkeit gemessen werden, ohne die Tätigkeit zu stören. Für Computerspiele ist dieses Verfahren allerdings nicht anwendbar, da es im Spielverlauf in den meisten Fällen keine Unterbrechungen gibt.

3.1.4. Externe Störfreiheit

Tätigkeitsexterne Einflüsse müssen für eine unabhängige Messung ausgeschlossen werden. So kann herausgefunden werden, ob eine Tätigkeit an sich für einen Probanden so reizvoll ist oder ob andere Komponenten, wie die Umgebung der Tätigkeit, eine Rolle spielen. So ist in den Untersuchungen von Csikszentmihalyi über das Erleben von Bergsteigern nicht klar, ob das Klettern allein eine Flow-bringende Tätigkeit ist oder ob die Aussicht, der veränderte Luftdruck etc. einen Einfluss haben. Es müssen also Laborbedingungen für eine Flow-Messung existieren, bei denen sämtliche externe Einflüsse ausgeschlossen werden können. Bisherige Untersuchungen haben diesen Punkt nicht berücksichtigt. Es wurden keine Angaben über die Umgebung der Testpersonen sowie über deren Einfluss auf die Messung gemacht.

Auch für Computerspiele ist die Umgebung wichtig. Es macht schon einen Unterschied, ob der Spieler alleine vor dem Computer sitzt oder ob ein Beobachter vor Ort ist. Diese Einflüsse müssen für eine unabhängige Messung beseitigt werden. Wichtig ist weiterhin, dass der Proband von der Messung nicht beeinträchtigt wird. Der Proband muss seine Tätigkeit ohne Behinderungen ausführen können.

3.2. Lösungsansätze

Im letzten Kapitel wurden vier Bedingungen für ein Flow-Messsystem formuliert. Diese sollen in diesem Kapitel auf technische Lösungen hin untersucht werden, um die Tätigkeit des Computerspielens auf Flow zu untersuchen. Ausgehend von den Bedingungen werden technische Lösungen betrachtet, die die gestellten Bedingungen erfüllen können.

3.2.1. Unterbrechungsfreiheit

Unterbrechungsfreiheit erreicht man bei der Flow-Messung nur mit nicht-invasiven Messmethoden. Damit scheidet die Fragebogen-Messmethode aus. Auch die Methode aus [PAH04] kann nicht angewandt werden, da Computerspiele keine natürlichen Pausen im Spielfluss aufweisen. Es muss also auf automatische Aufzeichnungssysteme zurückgegriffen werden. Im Kapitel 2.5. wurden bereits verschiedene technische Mittel vorgestellt. Alle dort beschriebenen Mittel erfüllen die Unterbrechungsfreiheit.

3.2.2. Vollständigkeit

Auch die Vollständigkeit kann nur mit automatischen Messmethoden erfüllt werden. Computerspiele sind auf die Ausgabegeräte des Computers beschränkt. Die Ausgabe des Spiels lässt sich problemlos mit dem Computer selbst aufzeichnen, sodass eine vollständige Aufnahme aller Informationen möglich ist. Zusätzlich zu den Daten des Spiels kann auch per Videokamera die Reaktion des Spielers aufgezeichnet werden. Weitere Daten über den Spieler, wie Hautwiderstand und Herzfrequenz, lassen sich durch weitere Geräte aufnehmen. Auch der Einsatz von EEG und MRT ist technisch durchführbar, allerdings würden diese Methoden auf Grund der großen Geräte gegen die externe Störfreiheit verstoßen.

3.2.3. Flow-Verlauf-Erfassung

Außer einem einzelnen Fragebogen sind alle bisherigen Methoden in der Lage, einen Verlauf des Flow-Zustands darzustellen. Jedoch kann das nur unter Verletzung der Unterbrechungsfreiheit geschehen.

Mit der Videoaufzeichnung eröffnet sich nach der Tätigkeit die Möglichkeit eine Fragebogenmethode anzuwenden, ohne die Tätigkeit zu stören. Diese Befragung muss allerdings unmittelbar nach der Tätigkeit erfolgen, damit der Proband noch in Erinnerung hat, wie er sich zu den entsprechenden Zeitpunkten gefühlt hat. In regelmäßigen Abständen kann so ein Verlauf des Flow-Zustands erstellt werden.

Bei den anderen automatischen Messmethoden ist möglicherweise eine Kombination von verschiedenen Methoden in der Lage, Flow zu messen. Die Videoaufzeichnung in Verbindung mit der Mimikererkennung und der Augenanalyse kann Informationen über die Gefühlslage des Probanden geben. Die Messung von Herzdaten und Hautwiderstand gibt Informationen über die Anspannung der Versuchsperson. Alle eben genannten Methoden können zusammen Aussagen über den Flow-Zustand machen. Werden diese Daten während mehrerer Zeitpunkte ausgewertet, kann auch ein Flow-Verlauf erstellt werden.

3.2.4. Externe Störfreiheit

Um die Bedingung der externen Störfreiheit erfüllen zu können, muss eine Testumgebung geschaffen werden, in dem die zu messende Tätigkeit erfolgen kann. Dabei darf es zu keinen Behinderungen oder Ablenkungen durch Messinstrumente oder Messpersonal kommen. Gerade bei Computerspielen kann eine anwesende Person den Spieler in seinem Spielverhalten beeinflussen.

Auch externe Ablenkungsmöglichkeiten müssen beseitigt werden. Ein Blick aus dem Fenster kann viele Ablenkungen (z.B. Vögel, Flugzeuge, etc.) mit sich bringen. Diese Gefahr kann schnell beseitigt werden, indem beispielsweise ein Vorhang verwendet wird.

3.3. Messaufbau

Der folgende Messaufbau beschreibt, wie ein Messsystem aufgebaut sein kann. Dieses Messsystem erfüllt alle in Kapitel 3.1. gestellten Anforderungen.

Der Proband wird an einem handelsüblichen PC ein ausgesuchtes Computerspiel spielen. Während des Spiels wird das Gesicht des Probanden von einer Kamera aufgezeichnet, die sich direkt unter dem Monitor befindet (Player-Video). Weiterhin wird das Spielgeschehen aufgezeichnet (Game-Video). Ein weiteres Gerät (siehe Abb. 3.1 und 3.2) zeichnet die Herzdaten und den Hautwiderstand auf.

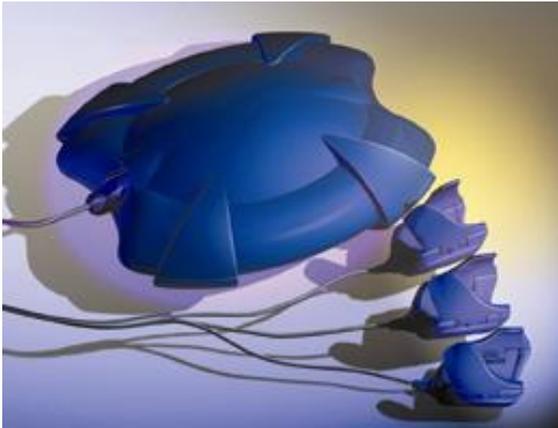


Abbildung 3.1: Lightstone-Messgerät

Dieses Gerät misst den Hautwiderstand und die Herzdaten. Dazu werden an einer Hand die drei Sensoren befestigt. Das Gerät wird über den USB-Anschluss am Computer angeschlossen [T]tWD04].



Abbildung 3.2: The Journey to Wild Divine

Dem Computerspiel „The Journey to Wild Divine“ lag das verwendete Messgerät bei [T]tWD04].

Es gibt zwei Möglichkeiten die Daten aufzuzeichnen. In Abbildung 3.3 ist das „Screen-Capture-Modell“ zu sehen, bei dem das Game-Video auf dem Play-PC über eine Screen-Capture-Software aufgezeichnet wird. Das Game-Video kann so zwar aufgezeichnet werden, jedoch lässt die Qualität möglicherweise zu wünschen übrig, da die Software den Framebuffer aufzeichnet, obwohl der nächste Frame von der Game-Engine noch nicht fertig berechnet ist. Dadurch kann es passieren, dass im Video Objekte verschwinden, die im nächsten Frame jedoch wieder vorhanden sind. Ein weiterer Nachteil dieser Methode ist der Ressourcenverbrauch für die Videoerstellung. Je größer die vom Spiel verwendete Auflösung ist, desto größer ist auch die Prozessor- und Festplattenbelastung durch die Videoaufzeichnung. Momentan wird die Spiel-Auflösung auf 800x600 Pixel reduziert, um so wenige Ressourcen wie möglich dafür zu benutzen. Dadurch leidet allerdings die Spielqualität. Auch die Framerate des erstellten Videos ist festgelegt, so dass kein perfekt flüssiger Spielverlauf vorhanden ist. Bei einer Rate von fünf Bildern pro Sekunde lässt sich aber der Spielverlauf trotzdem so gut nachvollziehen, dass eine Auswertung vorgenommen werden kann. Um diese Effekte zu verhindern, ist ein Aufbau wie in Abbildung 3.4 zu empfehlen. Dieser Aufbau setzt allerdings voraus, dass auf dem Play-PC eine Grafikkarte mit TV-Ausgang und im Data-PC eine Video-Capture Hardware vorhanden ist. Die Videoaufzeichnung der Webcam ist unabhängig von der Auflösung des Spiels und benötigt damit nur eine begrenzte Anzahl an Ressourcen. Die TV-Auflösung ist auch festgelegt und hat keine Flimmereffekte, da das Videosignal der Grafikkarte einfach geteilt wird. So ist auch eine Aufzeichnung mit der vollen Framerate möglich.

Die Aufzeichnung der Herzdaten und des Hautwiderstands mit dem „Lightstone“ erfordert nur wenige Ressourcen und erfolgt über den USB-Anschluss. Allerdings sind unter Windows XP Administrator-Rechte notwendig, da sonst das Gerät von der Software nicht erkannt wird.

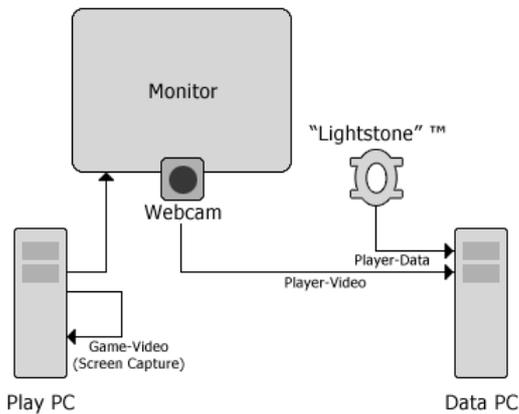


Abbildung 3.3: Screen-Capture-Modell

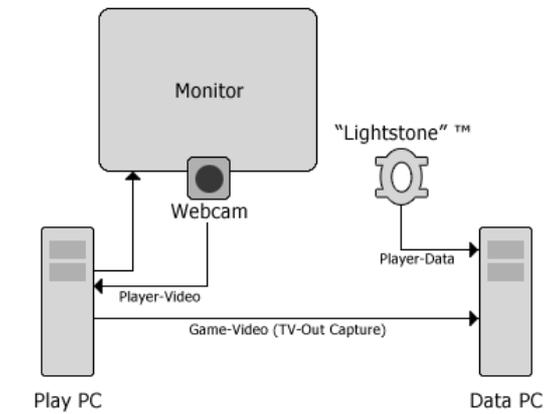


Abbildung 3.4: TV-Out-Capture-Modell

3.4. Messumgebung

Die Eigenschaften der Messumgebung sind für die ungestörte Flow-Messung essenziell. Der Proband darf nicht durch äußere Faktoren beeinflusst werden. Deshalb muss der Messaufbau so beschaffen sein, dass keine Beeinträchtigung des Spielerlebens gegeben ist. Die Messumgebung sollte immersiv sein, damit sich die Spieler besser in das Spielgeschehen versetzen können.

Die Beleuchtung muss für die Player-Video-Aufzeichnung so beschaffen sein, dass das Gesicht des Probanden gut ausgeleuchtet ist, damit die Mimikerkennungssoftware fehlerfrei arbeiten kann. Die Messung der Herzdaten erfolgt momentan über Fingersensoren, die dem Probanden nicht erlauben, beide Hände beim Spielen zu benutzen. Diese Einschränkung sollte später durch andere Sensoren beseitigt werden, damit beide Hände zum Spielen verfügbar sind.

Wichtig für die Messumgebung ist die Einhaltung der externen Störfreiheit. Es sollten also alle äußeren Einflüsse auf die Messung beseitigt werden, um einen störungsfreien Ablauf der Messung zu gewährleisten.

3.5. Messmethode

Die Messung wird in vier Phasen ablaufen (siehe Abbildung 3.3). Zu Beginn wird mit einem Fragebogen eine Klassifizierung der Versuchspersonen vorgenommen. Anschließend wird der Proband ein Computerspiel spielen, bei dem alle relevanten Daten aufgezeichnet werden. Nach dem Spiel wird der Proband den Spielverlauf bewerten. In der letzten Phase wird aus den Daten heraus eine automatische Flow-Erkennung sowie ein Vergleich mit den Bewertungen des Probanden erfolgen. In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Phasen näher betrachtet.

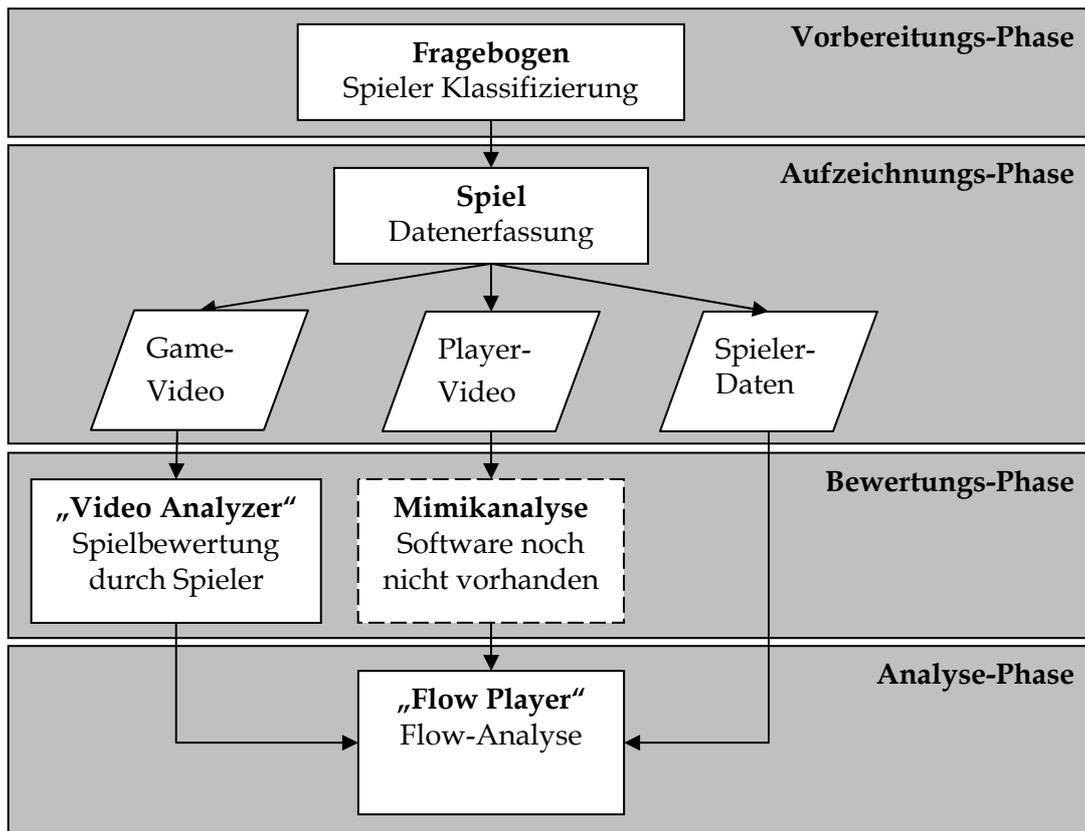


Abbildung 3.3: Ablauf der Messmethode

3.5.1. Vorbereitungs-Phase

Zu Beginn einer Messung muss die Versuchsperson einen Fragebogen ausfüllen, aus dem hervor geht, inwieweit sich die Versuchsperson mit dem zu testenden Spiel oder Genre auskennt. Dies dient einer Klassifizierung in die folgenden drei Spieler-Klassen: Novice / Casual Gamer / Hardcore Gamer. Weiterhin ist interessant zu wissen, welches Geschlecht der Proband hat und welcher Altersgruppe die Versuchsperson zuzuordnen ist. Weitere allgemeine Angaben sind zu überlegen. Zum Computerspiel selbst ist es wichtig herauszufinden, wie sich der Proband mit dem Inhalt des Spiels identifizieren kann. Jemand, der mit phantastischen Szenarien nichts anfangen kann, wird sich wahrscheinlich nur schwer in eine solche Spielwelt hineinversetzen können. Zu realistische Szenarien können wiederum andere Spieler abschrecken. Ein wichtiger Punkt ist die Vertrautheit mit dem Genre und mit dem Spiel. Es sollte daher eine Einführung in die Spielsteuerung erfolgen sowie eine Einführung in die grundlegende Spielführung gegeben werden, damit alle Probanden einen gleichen Wissensstand zu Beginn des Spieles haben. Dieses Wissen kann durch ein Einführungsspiel vermittelt werden.

3.5.2. Aufzeichnungs-Phase

Während dieser Phase spielt die Versuchsperson ein bestimmtes Spiel. Dabei ist der Proband an den „Lightstone“ angeschlossen, um die Herzdaten und den Hautwiderstand messen zu können. Weiterhin werden der Spielverlauf und das Gesicht der Versuchsperson als digitales Video aufgezeichnet. Hier muss darauf geachtet werden, dass das Gesicht des Probanden gut ausgeleuchtet wird und keine Gesichtsbereiche, die zur Mimikanalyse notwendig sind, überdeckt werden (z.B. die Nase überdeckt den Mund beim Nach-Unten-Sehen). Die Qualität des Spielverlaufs hängt von dem Modell des Messaufbaus ab (siehe Abb. 3.3 und Abb. 3.4).

3.5.3. Bewertungs-Phase

Nach der Aufzeichnungsphase wird die Versuchsperson gebeten, sich den Spielverlauf anzusehen und ihn in bestimmten Abständen zu bewerten. Dazu wird der Spielverlauf im Minutentakt unterbrochen und der Proband wird aufgefordert, auf vier Fragen zu antworten. Anschließend läuft der Spielverlauf weiter bis zur nächsten Unterbrechung. Die vier gestellten Fragen dienen dazu, eine Spiel- und Fähigkeits-Bewertung abzugeben und den Gefühlszustand des Probanden an der entsprechenden Stelle des Spiels zu erfassen:

- Q1: Wie schwer empfanden Sie die Anforderung des Spiels?
- Q2: Wie schätzen Sie Ihre Spiel-Fähigkeiten ein?
- Q3: Wie war Ihr Erregungszustand?
- Q4: Wie haben Sie sich beim Spielen gefühlt?

Aus den Antworten kann eine Bestimmung des Gefühlszustandes erfolgen, der in der Analyse-Phase zum Abgleich der automatisch erfassten Daten dient.

An dieser Stelle soll in Zukunft das Player-Video mit einer dann vorhandenen Mimikerkennungs-Software analysiert werden. Leider ist zum Zeitpunkt dieser Arbeit noch keine funktionierende Software vorhanden, die diese Analyse übernehmen kann. Aufgrund der Herzdaten und des Hautwiderstands kann jedoch eine automatische Erregungsbewertung erfolgen.

3.5.4. Analyse-Phase

In dieser Phase werden die automatisch erfassten Daten (Herzdaten und Hautwiderstand) ausgewertet. Wie die Analyse im Detail abläuft, wird im Kapitel 4.3. dargestellt.

Zur Überprüfung der automatisch gewonnenen Daten dienen die Werte, die in der Bewertungs-Phase entstanden sind. Auf diese Weise kann leicht überprüft werden, ob die automatisch erfassten Daten mit denen, die durch die klassische Messmethode erhoben wurden, übereinstimmen. Die gewonnenen Daten werden anschließend in eines der drei vorhandenen Flow-Modelle übertragen. Aus dieser Übertragung heraus kann auch ein Verlauf des Flow-Zustands ermittelt und ausgegeben werden. Auch die Darstellung von Lernkurven wie in „The Ebb and Flow of Online Learning“ [PAH04] ist anschließend möglich.

Ziel der Analyse ist es, zu erkennen, wann der Spieler einen positiven Gefühlszustand erlebt. Erlebt der Spieler einen positiven Zustand, ist es für den Spielhersteller interessant zu erfahren, wann genau und aus welchen Gründen dies eintritt. Im Falle eines eher negativen Zustands kann ebenfalls durch das vorhandene Game-Video herausgefunden werden, ob das Spiel selbst z.B. durch schlechtes Gamedesign oder der Spieler eventuell durch zu wenig Spielerfahrung verantwortlich zu machen ist. So kann ein Spiel mit fehlerhaftem Gamedesign entweder verbessert oder mit mehr Hilfen für den Spieler in problematischen Spielsituationen ausgestattet werden.

3.6. Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden die Bedingungen, die ein Flow-Messsystem zu erfüllen hat, beschrieben und technische Lösungsmöglichkeiten erörtert. Dabei wurden die bisherigen Messmethoden auf die Erfüllung dieser Bedingungen hin untersucht und festgestellt, dass keine dieser Methoden alle Bedingungen erfüllen konnte.

Anschließend wurde ein Messaufbau beschrieben, der in der Lage ist, für Computerspiele eine Flow-Messung zu absolvieren. Dieser Messaufbau erfüllt die in Kapitel 3.1. gestellten

Anforderungen. Die Messumgebung wurde ebenfalls beschrieben und auf die Anforderungen hin untersucht. Im Anschluss daran ist die Messmethode in ihren vier Phasen ausführlich dargestellt worden. Im nächsten Kapitel wird auf die Implementierung eingegangen und die Umsetzung im Detail beschrieben.

4. Implementierung und Umsetzung

Die meisten Computerspiele werden für den PC unter Windows entwickelt und daher ist hier die Programmiersprache C++ verwendet worden. Mit MFC (Microsoft Foundation Classes) wurde das Kernstück des Systems „Flow Player“ implementiert. In diesem Programm werden alle erfassten Daten zusammengefasst und ausgewertet. Mit dem ebenfalls mit MFC realisiertem Programm „Video Analyzer“ werden die Bewertungen des Spielers erfasst. Für die vollständige Aufzeichnung der Daten ist zusätzliche Software notwendig, die in Kapitel 4.1. näher beschrieben wird.

4.1. Datenerfassung

In der Aufzeichnungsphase müssen alle für die Flow-Messung benötigten Daten erfasst werden. Zunächst wird der Ablauf der Videoaufzeichnung näher beschrieben. Anschließend soll veranschaulicht werden, wie die Herzdaten und der Hautwiderstand zu messen sind. Die hier angegebenen Verfahrensweisen basieren auf mehreren Testläufen, die während der Softwareentwicklung durchgeführt wurden.

4.1.1. Videoaufzeichnung

Die Videoaufzeichnung des Spielgeschehens ist vom Messaufbau abhängig. Wenn das „Screen-Capture-Modell“ verwendet wird, ist eine Screen-Capture-Software wie zum Beispiel „Techsmith’s Camtasia Studio“ [CamTech04] zu verwenden. Diese Software zeichnet den Bildschirm und Spielsound auf und ermöglicht das Aufnehmen eines kompletten Spielverlaufsvideos. Auch die für die Daten-Synchronisation wichtige Systemzeit kann in das Video eingeblendet werden. Wird hingegen das „TV-Out-Capture-Modell“ verwendet, muss die Software der Capture-Hardware in der Lage sein, das Video aufzuzeichnen und die Systemzeit einzublenden. Je nach Messmodell variiert die Qualität des Videos. Bei dem „Screen-Capture-Modell“ werden nur geringe Frameraten möglich sein, bei dem „TV-Out-Capture-Modell“ kann dagegen die volle Frameanzahl aufgezeichnet werden.

Bei der Verwendung des „Screen-Capture-Modells“ ist es wichtig, dass die Aufzeichnung des Spielvideos unmittelbar bei Spielbeginn gestartet wird. Dies kann beim „Camtasia Studio“ durch eine Tastenkombination erfolgen. Ebenso wird die Aufzeichnung des Videos per Tastenkombination gestoppt. Durch die eingeblendete Systemzeit und der Länge des Videos werden später alle anderen Daten zeitlich ausgerichtet. Es ist also unbedingt erforderlich, die Länge des Spielvideos so zu gestalten, dass nur der zu messende Bereich aufgezeichnet wird. Auch die Anzahl der Frames pro Sekunde des Videos muss festgelegt sein, um die Länge des Videos korrekt zu bestimmen. Diese Einstellung kann in den Optionen des „Camtasia Studios“ festgelegt werden.

Die Videoaufzeichnung des Spielers übernimmt, unabhängig vom Messmodell, eine Webcam mit der entsprechenden Software, die im Lieferumfang der Webcam enthalten ist. Für die spätere Analyse des Videos ist es ausreichend, ein Schwarz-Weiß-Video aufzuzeichnen. Die Systemzeit muss auch eingeblendet werden können, damit eine zeitgenaue Anpassung an das Spielvideo erfolgen kann. Von Vorteil ist auch hier eine Festlegung auf eine bestimmte Anzahl von Frames je Sekunde.

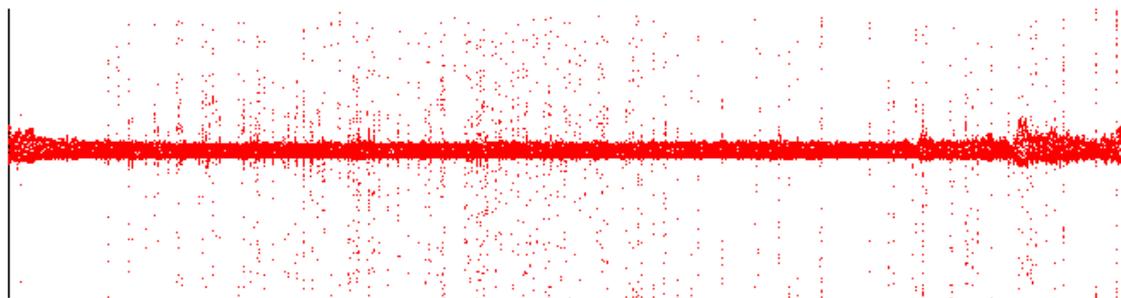
Beide Videos sollten den gleichen Video-Codec benutzen, damit die Analyse der Daten auch ohne Internet-Zugang (bei fehlendem Codec) ermöglicht wird. In den Testmessungen

wurde der DivX-Codec 5.2 [DivX52] benutzt. Dieser Codec ermöglicht auch dem „Screen-Capture-Modell“ gute Videoaufzeichnungen bei geringer Dateigröße. Für die internetunabhängige Installation ist ein Installationsprogramm erhältlich, welches dem „Flow Player“ beiliegt.

4.1.2. Hautwiderstand und Herzdaten

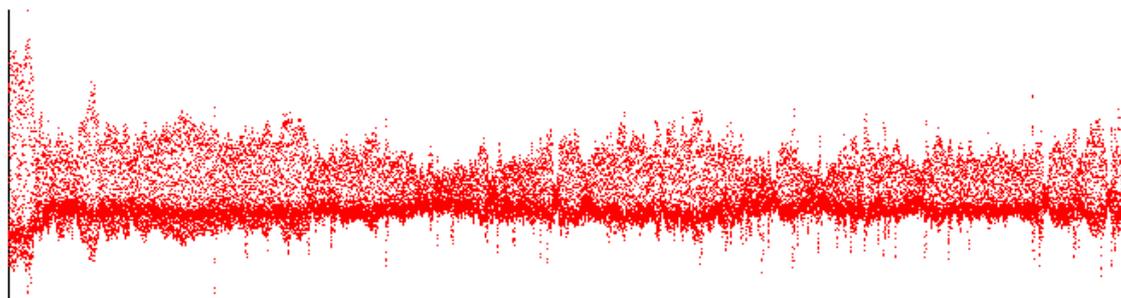
Die Herzdaten und der Hautwiderstand werden durch den „Lightstone“ gemessen, welcher dem Computerspiel „The Journey to Wild Divine“ [TJtWD04] beiliegt. Es enthält jedoch keine Software zum Speichern der gemessenen Daten. Die von Bryan Ingram entwickelte Software „Lightstone Monitor“ [LSMon04] ist in der Lage, diese Daten als XML-Datei zur Verfügung zu stellen und ist kostenlos erhältlich.

Probleme bei der Aufzeichnung der Daten entstehen durch die Sensoren des „Lightstone“. Diese sind äußerst druckempfindlich und können die Daten leicht verfälschen. Es muss vor einer Messung unbedingt darauf geachtet werden, dass die Daten korrekt sind (Pulswerte von 130 oder mehr im Ruhezustand sind auf einen falschen Messwert zurückzuführen). Während der Messung sollte der Proband die Hand, an dem die Messung vorgenommen wird, nicht bewegen, da sonst Messabweichungen entstehen würden (Abb. 4.1 und 4.2). Hier muss ein anderer Sensor verwendet werden, der nicht an der Hand befestigt wird. Problematisch für spätere Messungen ist auch die Tatsache, dass der „Lightstone Monitor“ Administratorrechte benötigt, um das angeschlossene Gerät zu erkennen.



RawHeart

Abbildung 4.1: Fehler in den Messdaten durch Änderung des Drucks an den Sensoren



RawHeart

Abbildung 4.2 Messdaten ohne Fehler

Vor Beginn der Videoaufzeichnung ist es erforderlich, dass der Proband bereits eine Minute lang am „Lightstone“ gemessen wird. Diese Zeit wird benötigt, damit auch die Standardabweichung der Herzfrequenz (SDNN) aufgezeichnet werden kann. Diese Berechnung benötigt mindestens eine Minute, bevor genügend Daten für diesen Wert vorhanden sind. Da bei jedem Messwert auch die Systemzeit aufgezeichnet wird, stellt es kein Problem dar, bei der Auswertung der Daten nur die Zeit des Spiels zu berücksichtigen. Diese Zeit-Information erhält man über die Systemzeit, die bei Beginn des Spielvideos eingeblendet wird.

4.1.3. Bewertung des Spielverlaufs

In der Bewertungsphase wird das Spielgeschehen vom Probanden bewertet. Dazu wird dem Probanden zunächst das Spielgeschehen vorgeführt. Für diesen Zweck ist ein weiteres Programm („Video Analyzer“) mit MFC entwickelt worden. Dieses Programm unterbricht das Video nach einem vorherbestimmten Zeitintervall (60 Sekunden) und erwartet vom Probanden die Beantwortung der folgenden vier Fragen (Abb. 4.3):

Wie schwer empfanden Sie die Anforderung des Spiels? zu leicht angemessen zu schwer	Wie war Ihr Erregungszustand? gelangweilt normal aufgeregt
Wie schätzen Sie Ihre Spiel-Fähigkeiten ein? ungenügend ausreichend viel zu gut	Wie haben Sie sich beim Spielen gefühlt? frustriert normal glücklich

Abbildung 4.3: Die Fragen zur Auswertung des Spielgeschehens.

Hiermit wird die von Pearce in „The Ebb and Flow of Online Learning“ [PAH04] verwendete fragebogenbasierte Flow-Analyse integriert. Allerdings wurden die zwei Fragen zur Anforderung und den Spielfähigkeiten um die Fragen nach dem Erregungs- und Gefühlszustand erweitert. Diese zusätzlichen Fragen dienen später der genaueren Bestimmung eines Flow-Zustandes unter Berücksichtigung der Empfindungen der Versuchsperson. Allerdings wird die Flow-Aktivität nicht durch die Befragung unterbrochen, wie es bei bisherigen Methoden geschah. Die Antworten werden für die weitere Analyse in einer Textdatei abgespeichert. Dort wird für jede Frage ein Wert abgespeichert, der zwischen eins und fünf (von links nach rechts) liegen kann.

4.2. Datenrepräsentation

Nachdem die Messungen abgeschlossen sind, werden alle Daten im „Flow Player“ zusammengefasst (Abb. 4.4.). Dazu werden die Messdaten vom „Lightstone Monitor“ und die Antworten der Befragung importiert und als binäre Datei abgespeichert. Auf diese Weise wird die Dateigröße der Daten reduziert sowie alle Daten und Einstellungen zusammen in einer Datei abgespeichert.

4.2.1. Datenausrichtung

Der erste Schritt für die spätere Datenauswertung besteht zunächst in der zeitlichen Ausrichtung der Daten. Dazu wird die im Game-Video erfasste Systemzeit benutzt. Weiterhin ist es notwendig anzugeben, mit wie viel Frames pro Sekunde das Game-Video sowie das Player-Video aufgezeichnet worden sind. Diese Informationen, die aus den Dateieigenschaften abgelesen werden können, werden in die entsprechenden Felder im „Flow Player“ eingetragen. Aus diesen Informationen kann die Länge des Spiels errechnet und damit die überflüssigen Daten, welche bereits vor Spielbeginn oder nach Spielende aufgezeichnet wurden, abgeschnitten werden. Die Synchronisation beider Videos erfolgt über die „Player-View-Synchronisation“-Schaltfläche. Damit wird das Player-Video relativ zum Game-Video Frame für Frame verschoben. Diese Synchronisation kann nicht automatisch erfolgen, wenn keine Information über die Systemzeit des Spieler-Videos vorhanden ist. Wenn die Capture-Software dies vorsieht, ist auch eine automatische Anpassung möglich. In diesem Fall ist aber darauf zu achten, dass zuvor auf beiden Computern die Systemzeit synchronisiert wurde. Die bei der Entwicklung des Programms „Flow Player“ verwendete Software der Webcam ermöglichte leider kein Einblenden der Systemzeit, sodass keine automatische Anpassung vorgenommen werden konnte.

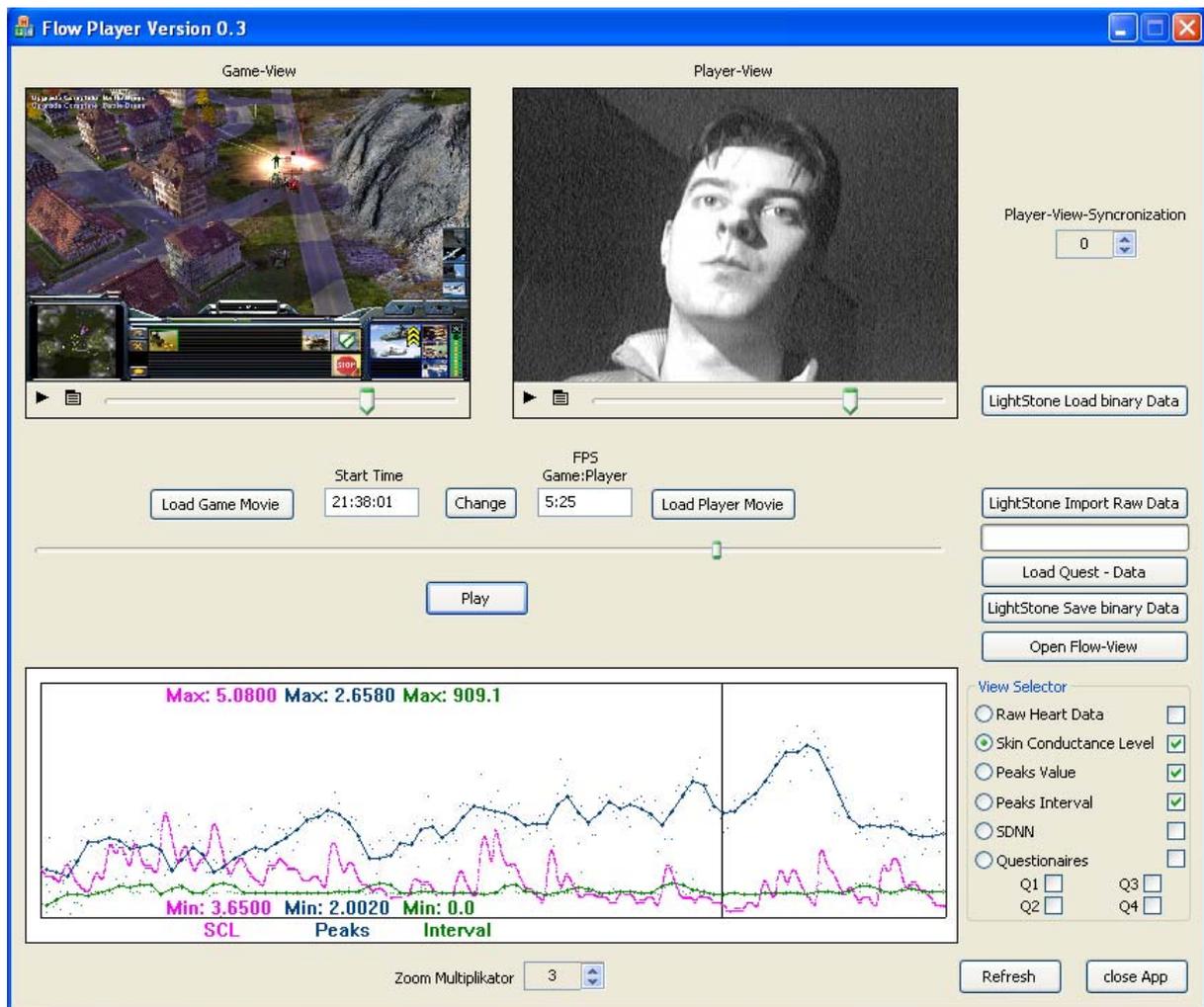


Abbildung 4.4: Flow Player: Ansicht der Rohdaten und der Videos

4.2.2. Datendarstellung

Die Darstellung der Rohdaten erfolgt über ein Diagramm, in dem der Verlauf eines Messwertes dargestellt wird. Die Anzeige der Rohdaten ermöglicht es festzustellen, ob die gemessenen Daten von guter Qualität sind oder ob zu viele Fehler bei der Messung entstanden sind (Abb. 4.1 und 4.2). Es ist möglich, beliebige Datenkanäle zu kombinieren, um die gewünschten Messwerte gleichzeitig zu beobachten. Eine einfache Zoomfunktion erleichtert die Betrachtung an interessanten Stellen im Messverlauf. Die Datenansicht wird immer mit dem Game-Video (Spielverlauf) aktualisiert und so auf den entsprechenden Zeitpunkt ausgerichtet. Auch der Verlauf der Spielerbefragung wird graphisch dargestellt. Durch die gemessenen Daten soll auf den Gefühlszustand des Spielers geschlossen werden. Da jedoch im Moment noch keine Mimickerkennung vorhanden ist, kann dieser Schluss im Moment nur über die, durch den Fragebogen gegebenen, Antworten erfolgen. Das Ergebnis der Befragung kann in der „Flow-View“ betrachtet werden, die im folgenden Kapitel genau beschrieben wird.

4.3. Datenauswertung

Die Datenauswertung soll in drei Phasen erfolgen. In der ersten Phase soll eine automatische Flow-Erkennung auf der Grundlage der gemessenen Herz- und Hautwiderstands-Daten sowie der Daten aus einer Mimickerkennung erfolgen. In der zweiten Phase wird eine Flow-Erkennung aus den Antworten der Spielerbefragung

durchgeführt. Dieses Verfahren ist bereits erprobt und spiegelt die klassische Fragebogenmethode wider. Anschließend soll in der dritten Phase ein Vergleich zwischen beiden Ergebnissen die Korrektheit der automatischen Flow-Erkennung überprüfen.

4.3.1. Automatische Flow-Erkennung

Da zurzeit eine vollständige automatische Flow-Erkennung, aufgrund der fehlenden Mimiksoftware, noch nicht möglich ist, beschränkt sich die automatische Erkennung auf die Analyse der Erregung.

Aus den Herzdaten und dem Hautwiderstand kann ein Grad an Anspannung und Stress abgelesen werden. Um eine Anspannung messen zu können, müssen zunächst Daten über den Ruhezustand einer Person vorliegen. Vor der eigentlichen Messung muss bereits mit der Aufzeichnung der Daten begonnen werden, damit ein Ruhezustand gemessen werden kann. Für die Analyse des Spiels werden diese Daten nicht berücksichtigt, jedoch kann so eine Vergleichsbasis geschaffen werden. Im Test des Programms hat sich jedoch herausgestellt, dass die Versuchspersonen bereits durch die Testvorbereitungen aufgeregt waren und daher auch kein Ruhepuls gemessen werden konnte. Deshalb wird ein noch näher zu bestimmender Bereich für die Pulsfrequenz als Maßstab verwendet, um die Anspannung der Spieler zu messen. Aus den aufgezeichneten Herzdaten wird eine Abbildung auf das 8-Kanal-Flow-Modell berechnet, indem auf der Achse der Anforderung die Herzfrequenz abgebildet wird. Zusätzlich dazu wird der Hautwiderstand ebenfalls auf der Anforderungsachse abgebildet. Beide Werte sollten eine verlässliche Angabe zur Anspannung der Versuchsperson geben.

4.3.2. Klassische Flow-Erkennung

Die klassischen Flow-Messmethoden basieren alle auf Fragebögen. Die mit dem „Video Analyser“ gewonnenen Daten werden hier auf dem Flow-Modell abgebildet. Dafür ist eine Abbildungsvorschrift notwendig.

Die Fragen nach der Anforderung des Spiels (Q1) und der Fähigkeit des Spielers (Q2) werden an den Achsen des Flow-Modells so abgebildet, dass die Anforderungs- sowie die Fähigkeiten-Achse gleichmäßig linear aufgeteilt werden (Abb. 4.5). So werden die Antworten auf beide Fragen zu einem Koordinatenpaar im Flow-Modell.

Die Fragen nach dem Erregungszustand (Q3) und dem Gefühlszustand (Q4) können nicht so einfach in das Modell übertragen werden, da manche Stimmungen an verschiedenen Stellen vorkommen können. So ist man beispielsweise nicht nur dann aufgeregt, wenn man Angst empfindet, sondern auch im Flow-Zustand. Aus diesem Grund wurden die Bereiche des 8-Kanal-Flow-Modells möglichen Gefühlszuständen zugeordnet, wie in Abbildung 4.6 zu sehen ist. Sind für Q3 mehrere Felder für einen Gefühlszustand möglich, wird unter Berücksichtigung von Q4 ein entsprechendes Feld ausgewählt. Ist der Wert von Q4 auch in mehreren Feldern gleich, wird von diesen gleich bewerteten Feldern der Mittelwert der Koordinaten berechnet. Da es nicht möglich ist, die Stärke einer Empfindung genau mit einem Fragebogen zu erfassen, wurde zur Koordinatenbestimmung immer das Zentrum eines Bereiches ausgewählt.

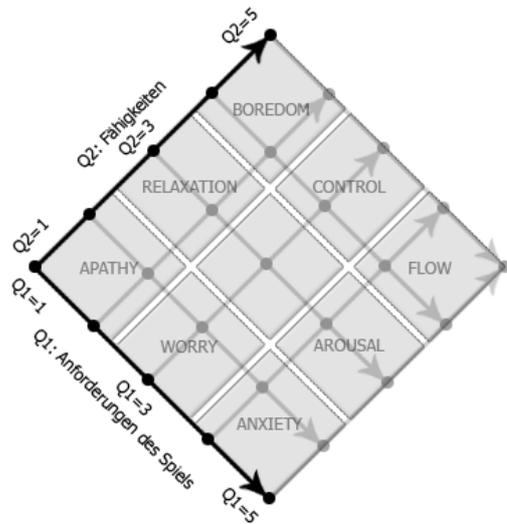


Abbildung 4.5: Abbildung von Q1 und Q2

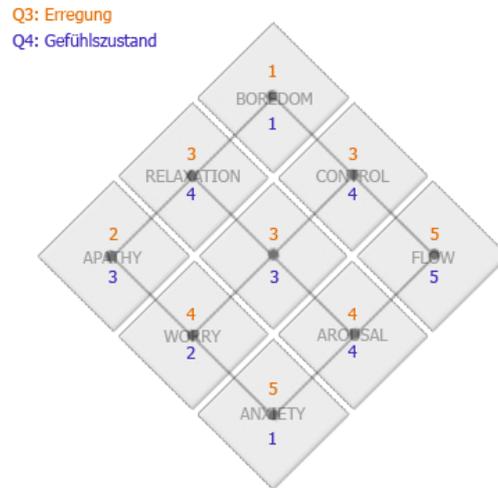


Abbildung 4.6: Abbildung von Q3 und Q4

Aus Q1 und Q2 wird ein Koordinatenpaar, aus Q3 sowie Q4 werden zwei weitere Koordinaten erzeugt. Aus diesen drei Koordinaten wird der Mittelwert in das Flow-Modell eingetragen. Um zu zeigen, dass mit dieser Methode das gesamte Spektrum des Flow-Modells zu erreichen ist, wurde zu Test-Zwecken eine Fragebogendatei erstellt, in der alle möglichen Kombinationen von Q1 bis Q4 vorhanden sind. Das Ergebnis der Abbildung wird in Abbildung 4.7 dargestellt. Ein Beispiel für eine Testmessung ist in Abbildung 4.8 zu sehen. Der Proband, durch den diese Daten erzeugt wurden, war offensichtlich vom Spiel größtenteils unterfordert.

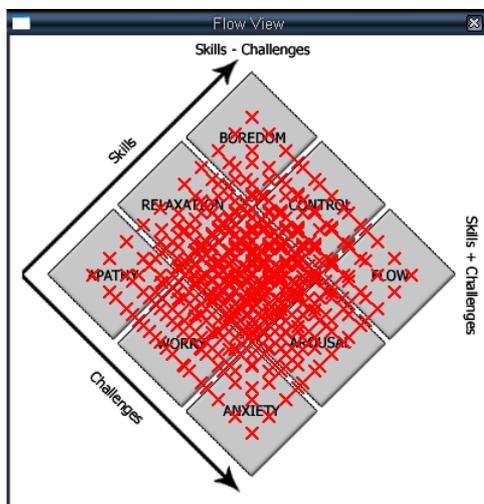


Abbildung 4.7: Test des Abbildungsverfahrens
Alle möglichen Kombinationen aus Q1, Q2, Q3 und Q4 erreichen das Modell flächendeckend.

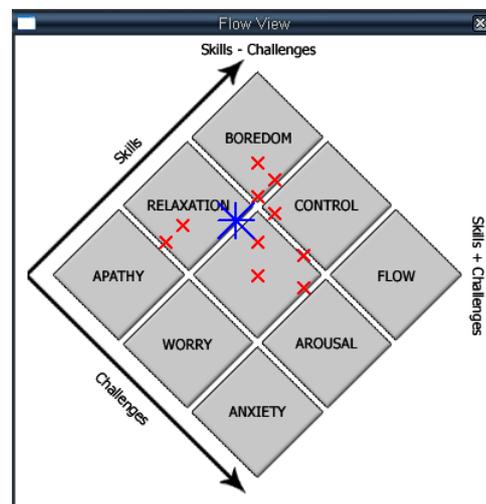


Abbildung 4.8: Beispiel einer Messung
Die roten Kreuze markieren die Einteilung zur Zeit der Fragestellung, der blaue Stern zeigt das Gesamtergebnis

4.3.3. Vergleich der Methoden

In dieser Phase sollen beide Messmethoden verglichen werden. Als Referenz für den Vergleich dienen die Daten, die mit der klassischen Fragebogenmethode erfasst wurden. Da momentan die automatisch erfassten Daten nur eine Dimension des Flow-Modells zur Verfügung stellen, kann auch nur in dieser Dimension ein Vergleich stattfinden. So wird der automatisch gemessene Wert für die Anspannung in das Modell als Linie gezeichnet und mit

der Position der Fragebogenmethode verglichen. Liegen beide Werte in der „Nähe“, kann von einem guten automatischen Messergebnis ausgegangen werden.

Die herangezogenen Messdaten sind die Herzfrequenz und der Hautwiderstand. Die gemessenen Werte sollen auf die Zeitpunkte abgebildet werden, bei denen eine Befragung durch das Programm „Video Analyzer“ stattfand. Dazu werden die Mittelwerte der Daten zwischen zwei Zeitpunkten verwendet, um daraus die Anspannung zu ermitteln. Um eine Abbildung dieser Werte auf einer gemeinsamen Skala zu ermöglichen, ist zu beachten, dass verschiedene Probanden unterschiedliche Ruhepulse bzw. Hautwiderstände haben. Daher muss eine ungefähre Begrenzung der Werte erfolgen, so dass verschiedene Versuchspersonen trotzdem verglichen werden können. Durch die Testläufe wurden die folgenden Grenzwerte bestimmt. Daher wird davon ausgegangen, dass eine Herzfrequenz von 70 BPM als entspannt und ein Wert von 160 BPM als angespannt zu werten sind. Für den Hautwiderstand gilt ein Wert von 2 μMho als niedrig und ein Wert von 12 μMho als hoch. Die gemessenen Werte werden zwischen diesen Maximalwerten abgebildet. Da feste Grenzen verwendet werden, werden die Daten eines Probanden mit hohem Ruhepuls in Richtung Flow verschoben bzw. in die andere Richtung, wenn ein sehr niedriger Ruhepuls vorliegt.

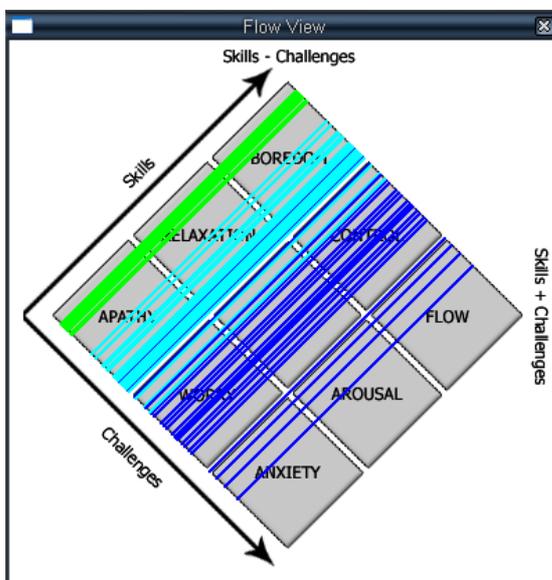


Abbildung 4.9: Test des Abbildungsverfahrens
Aus den Werten des Hautwiderstands und der Herzfrequenz wird der Mittelwert ermittelt.

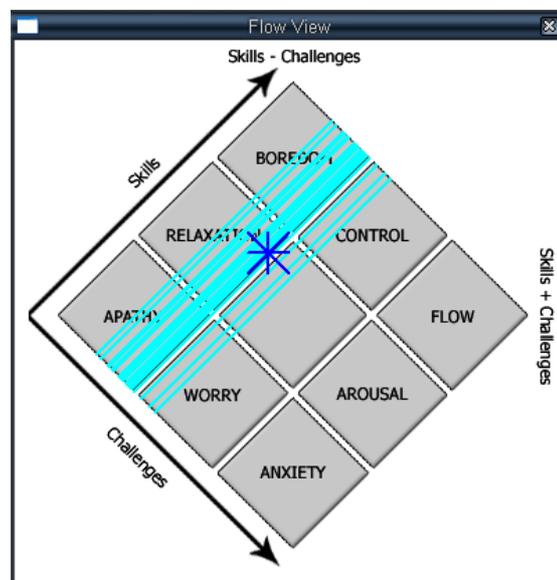


Abbildung 4.10: Beispiel einer Messung
Der Mittelwert von Herzdaten und Hautwiderstand liegt in der Nähe des mit der klassischen Fragebogenmethode ermittelten Gesamtwertes.

In Abbildung 4.9 sind die gemessenen Werte in eine Skala eingetragen worden. Die dunkelblauen Linien repräsentieren die Pulsfrequenz zwischen 70 und 160 Herzschlägen je Minute entlang der „Challenges“-Achse. Die grünen Linien zeigen den Hautwiderstand mit Werten zwischen 2 und 6 entlang der „Challenges“-Achse. Die hellblauen Linien zeigen den gemeinsamen Mittelwert von Herzschlag und Hautwiderstand. Abbildung 4.10 zeigt, dass die automatisch erfassten Daten (hellblaue Linien) mit dem, durch die klassische Fragebogen-Methode erstellten Wert (blauer Stern), gut übereinstimmen. Daraus lässt sich schließen, dass die automatische Erregungserkennung gut funktioniert. Ob die jetzt festgelegten Grenzen für den Hautwiderstand und die Herzfrequenz so bleiben oder korrigiert werden müssen, wird sich erst nach einer Testreihe mit einer größeren Anzahl an Versuchspersonen herausstellen. Auch wenn momentan nur die Erregung automatisch gemessen wird, stimmt die hohe Übereinstimmung mit den per Fragebogen erhobenen

Daten optimistisch für das Gelingen einer vollständigen automatischen Erfassung, die für die nahe Zukunft ins Auge gefasst werden könnte.

4.4. Test des Verfahrens

Damit gezeigt werden kann, dass es sich bei einer funktionierenden Übereinstimmung nicht um einen Zufall handelt, soll in diesem Kapitel ein Blick auf die durchgeführten Testläufe geworfen werden.

4.4.1. Testpersonen

Es wurden vier Testpersonen gebeten, sich dem in dieser Arbeit beschriebenen Verfahren zur Verfügung zu stellen. Die Probanden waren ausschließlich männlich und im Alter von 24 bis 27 Jahren.

4.4.2. Testablauf

Der Testablauf folgt dem in Abbildung 3.3. beschriebenen Weg. In der Vorbereitungsphase wurden die Probanden aufgefordert, einige Fragen zu beantworten. Diese Fragen dienen dazu, den Spieler in eine Kategorie einzuordnen, um die Schwierigkeitsstufe des Spiels zu wählen.

Folgende Fragen mussten beantwortet werden:

- Schätzen Sie Ihre Erfahrung mit Computerspielen ein. Ordnen Sie sich dazu in eine der folgenden drei Spielerklassen ein: Anfänger / Gelegenheitsspieler / Profi
- Wie viele Stunden verbringen Sie durchschnittlich mit Computerspielen in der Woche?
- In wie weit sind Sie mit dem Genre der Echtzeitstrategie-Spiele vertraut? schlecht / mittel / gut
- In wie weit sind Sie mit dem Spiel „Command & Conquer Generals: Zero Hour“ vertraut? schlecht / mittel / gut

Die Testpersonen teilten sich in einen Profi, einen Anfänger und zwei Gelegenheitsspieler auf. Dabei gab jeweils die Hälfte eine gute bzw. mittlere Erfahrung mit dem Genre an. Auf das Test-Spiel wurden die Erfahrungen mit 2x gut, 1x mittel sowie 1x schlecht angegeben. Zum Testen des Verfahrens wurden absichtlich Diskrepanzen zwischen der angegebenen Spielstärke und dem eingestellten Schwierigkeitsgrad des Spiels in Kauf genommen. Dieses Vorgehen sollte zeigen, dass bei zu starken Unterschieden die Extrema des Flow-Modells - Angst und Langeweile - erreicht werden können. So wurde der Profi mit einer mittleren Spielstufe und der Proband, der eine schlechte Vertrautheit mit dem Spiel angab, mit der schweren Spielstufe konfrontiert.

4.4.3. Testverlauf

In der Aufzeichnungsphase kam es mit einer Ausnahme zu keinerlei Störungen. Die Probanden konnten ungestört das Spiel spielen. Bei einer Messung kam es zu einer Fehlermeldung des Programms „Lightstone Monitor“ bezüglich der Echtzeit-Datenanzeige des Programms. Die Aufzeichnung der Daten war durch diesen Fehler jedoch nicht beeinträchtigt. Da das Spiel weiterhin im Hintergrund lief und ein Zurückschalten problemlos möglich war, wurde die Messung fortgesetzt. Bei den anderen Messungen trat dieses Problem jedoch nicht auf.

Vor Beginn der Bewertungsphase wurden die Probanden wiederum aufgefordert, Fragen zu beantworten. Diese Befragung diente hauptsächlich der weiteren Entwicklung der Messsoftware und weniger der Flow-Messung. Die Frage nach der Dauer des Spiels sollte dazu dienen, ein gestörtes Zeitempfinden während des Spiels nachzuweisen. Die zweite Frage diente der Verbesserung der Messmethode.

Folgendes wurde gefragt:

- Schätzen Sie die Dauer des Spiels in Minuten!
- Was hat Sie an der Messung gestört?

Bei den Probanden wurde eine geringe Unterschätzung der Spieldauer festgestellt, jedoch sind keine aussagekräftigen Abweichungen erkannt worden. Um größere Abweichungen im Zeitempfinden zu messen, müssten vermutlich längere Spielzeiten bei der Messung ermöglicht werden. Als störend wurde von zwei Probanden bemerkt, dass die linke Hand während des Spiels nicht zur Verfügung stand. Ein Proband stellte fest, dass seine Hand während der Messung „eingeschlafen“ sei. Dies ist auf die druckausübenden Sensoren sowie die Anweisung des Messpersonals, die Hand während der Messung ruhig zu halten, zurückzuführen. In der Bewertungsphase gab es keine Probleme. Die Probanden haben die vier Fragen (Abb. 4.3) zum Spielempfinden ohne Schwierigkeiten beantworten können. Es wurde von den Probanden jedoch vorgeschlagen, eine Statusansicht in das Programm einzubauen, damit die noch zu bewertende Zeit abgeschätzt werden kann. Dieser Wunsch wurde vor allem bei längeren Spielzeiten geäußert. Diese Statusanzeige wird in der nächsten Version des Programms hinzugefügt.

4.4.4. Testergebnisse

Nach der Analyse der Daten aus der Bewertungsphase wurde die klassische Methode angewandt, um eine Position im Flow-Modell zu bestimmen. Wie zu erwarten, zeigte sich bei dem Profi-Spieler, der eine mittlere Schwierigkeitsstufe zugewiesen bekam, das gewünschte Ergebnis (siehe Abb. 4.11). Ebenso erwartungsgemäß sind die Ergebnisse des unerfahrenen Spielers mit der schweren Spielstufe (siehe Abb. 4.12). Die anderen Ergebnisse lassen auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Anforderung und Fähigkeit schließen. So sind in Abbildung 4.13 zwar einige Bewertungen bei Entspannung und Langeweile zu erkennen, jedoch kann durch die Gesamtbewertung von einem kontrollierten Spiel ausgegangen werden. Die Spielzeit betrug 30 Minuten und wurde vom Spieler auf 25 Minuten geschätzt. In Abbildung 4.14 ist die Bewertung eines sehr langen Spiels zu sehen. Die Spielzeit betrug 62 Minuten und wurde vom Spieler mit 50 Minuten geschätzt. Während dieser Zeit durchlief der Spieler mehrere verschiedene Empfindungen, jedoch überwogen die Kontrolle und die Erregung, sodass der Gesamtwert sich in Richtung Flow verschoben hat.

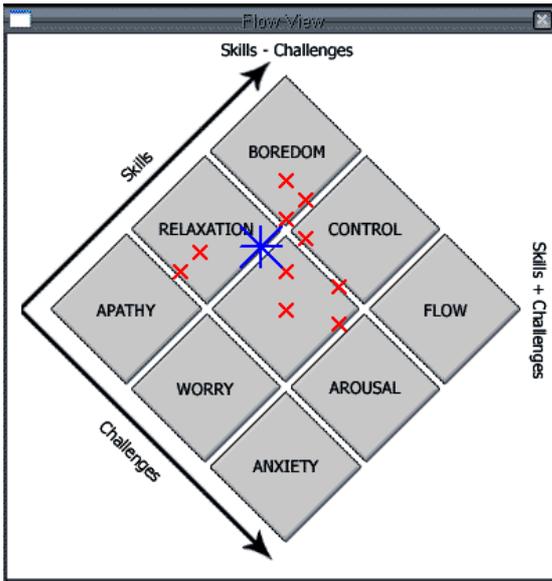


Abbildung 4.11: Ergebnisbeispiel I
Diese Bewertung entstand nach einem Spiel in mittlerer Schwierigkeitsstufe durch einen Profi-Spieler. Offensichtlich war der Spieler vom Spiel unterfordert.

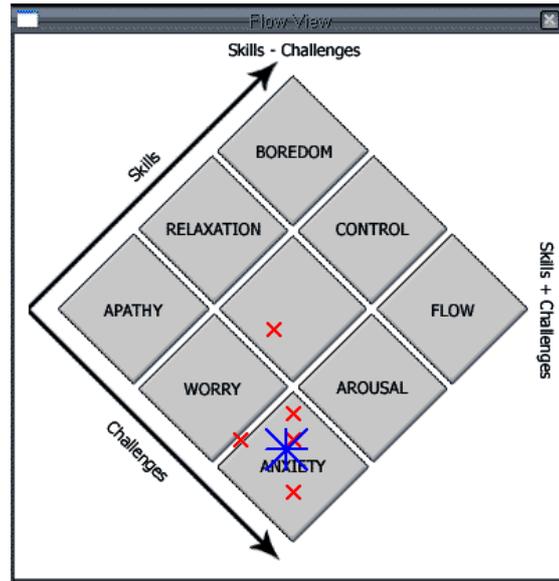


Abbildung 4.12: Ergebnisbeispiel II
Hier ist die Bewertung des Spielers mit wenig Spielerfahrung bei einer schweren Spielstufe zu sehen. Der Spieler erlebte bereits kurz nach Beginn des Spiels (Kreuz in der Mitte) einen Zustand der Angst.

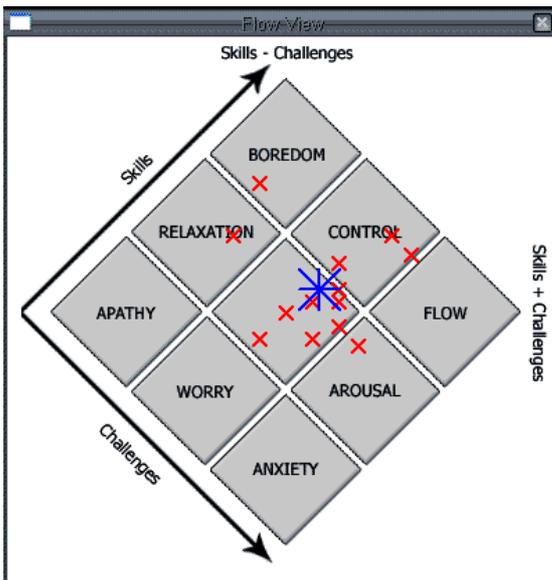


Abbildung 4.13: Ergebnisbeispiel III
Hier ist das Ergebnis eines Spielers mit mittlerer Erfahrung und mittlerer Spielstufe zu sehen. Der Spieler hatte zwar Phasen der Langeweile, trotzdem hat er im Durchschnitt das Spiel unter Kontrolle gehabt.

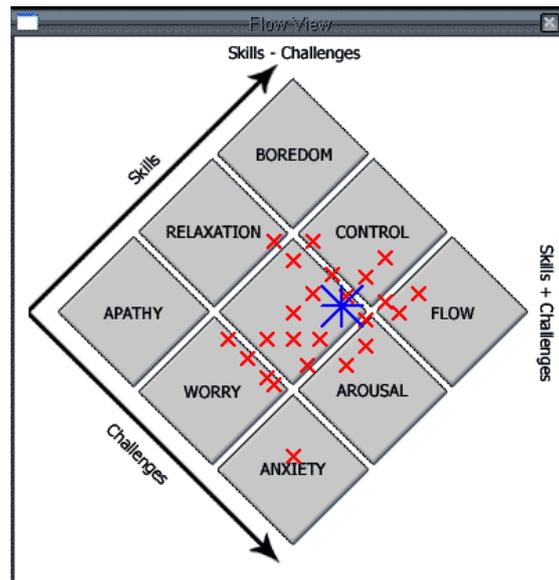


Abbildung 4.14: Ergebnisbeispiel IV
Bei dieser Messung, die sehr lange dauerte (jedes Kreuz repräsentiert eine Minute Spielzeit), hat der Spieler nahezu alle Bereiche des Flow-Modells betreten, hat sich jedoch im Gesamtwert dem Flow-Bereich angenähert.

Interessant ist, dass bei jeder Versuchsperson die Schätzung der Spielzeit um ca. 20% geringer ausfiel, als die tatsächliche Spielzeit betrug. Dies sagt allein nichts über eine möglicherweise durch Flow beeinträchtigte Wahrnehmung der Zeit aus, es ist jedoch auffallend, dass diese Diskrepanz bei allen Messungen auftrat.

Im nächsten Schritt wurde aus den automatisch erfassten Daten die Erregung des Probanden ermittelt. Die Ergebnisse sind teilweise zufrieden stellend, jedoch sind auf Grund

von Messfehlern nicht alle Daten geeignet. So wurde bei einer Messung zwar der Hautwiderstand korrekt aufgezeichnet, jedoch sind die Herzdaten nicht verwendbar. Offensichtlich ist bei der Messung der Sensor so verrutscht, dass die Herzschläge nicht mehr erkannt wurden. Da die automatische Erkennung jedoch nur mit beiden Werten berechnet wird, konnten diese Daten nicht korrekt ausgewertet werden.

In den nächsten beiden Abbildungen (4.15 und 4.16) wird der Erregungsbereich, der durch die Auswertung der Daten berechnet wurde, durch Linien eingezeichnet.

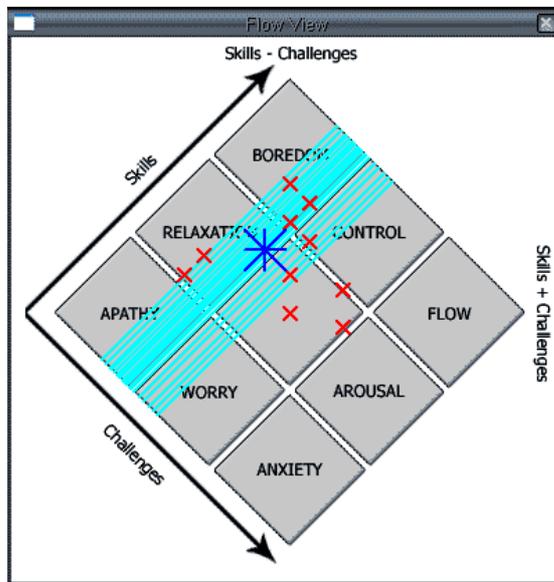


Abbildung 4.15: automatische Erregung I
In diesem Beispiel trifft der Erregungsbereich auf die Gesamtbewertung des Spielers.

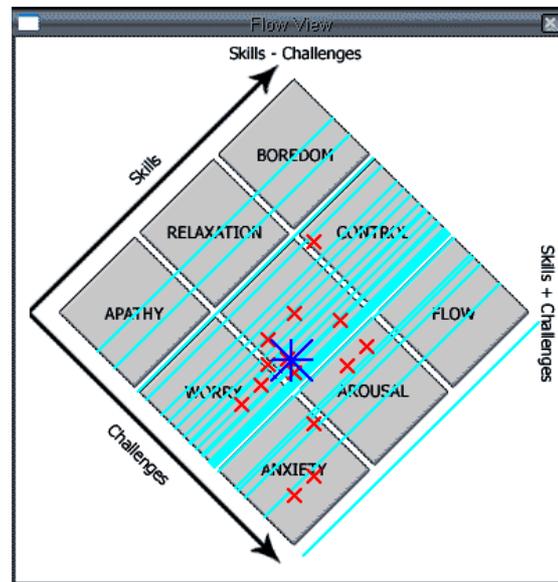


Abbildung 4.16: automatische Erregung II
Hier ist der Erregungsbereich nicht sehr konzentriert, jedoch liegt die Mehrheit der Werte in der Nähe der Gesamtbewertung

Da die automatische Erregungsberechnung von der Herzfrequenz des Probanden abhängig ist, ist eine Beeinträchtigung des Messergebnisses in Kauf zu nehmen. Personen, die sportlich aktiv sind, haben einen geringeren Ruhepuls als sportlich inaktive. Junge Menschen haben ebenfalls andere Ruhepulsfrequenzen als ältere Menschen. Dieser Punkt ist hier jedoch zu vernachlässigen, da die Probanden fast gleich alt waren. Auch Medikamente können die Herzfrequenz beeinflussen. Der Hautwiderstand kann bei verschiedenen Personen ebenfalls andere Normalbereiche aufweisen.

Diese genannten Einflüsse auf den Ruhepuls und den Hautwiderstand müssen durch zusätzliche Messungen beseitigt werden. Dies kann zum Beispiel durch eine Ruhepuls-Messung relativiert werden. Die Messung könnte während der Bewertung des Spiels geschehen. Dort müssen die Probanden ihr Spiel bewerten, sollten dabei aber nicht mehr aufgeregt sein. Der gemessene Hautwiderstand kann so auch mit dem normalen Hautwiderstand verglichen werden. Diese Vergleichsmessung ist vor der Flow-Messung nicht möglich, da die Probanden auf Grund der Testsituation oft aufgeregt sind. Während der Bewertungsphase kann diese Messung jedoch ohne weiteren zeitlichen Aufwand erfolgen. Die Testmessung wird in der Weiterentwicklung des Verfahrens in die Bewertungsphase integriert, damit die automatische Erregungserkennung von diesen Fehlerquellen befreit wird.

4.5. Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde das Verfahren mit der verwendeten Software vorgeführt. Dabei wurden alle Arbeitsschritte ausführlich erklärt und auf Probleme der Messung hingewiesen. Die Darstellung der gemessenen Rohdaten ermöglicht eine Bewertung der Qualität der Daten. So kann festgestellt werden, ob eine Messung aufgrund fehlerhafter Daten wiederholt werden muss oder ob durch eine manuelle Fehlerkorrektur die Daten trotzdem verwendbar sind. Eine manuelle Fehlerkorrektur kann kleinere offensichtliche Messfehler beseitigen, wenn eine Annahme über den tatsächlichen Wert gemacht werden kann.

Die ersten Testergebnisse des in dieser Arbeit vorgestellten Verfahrens haben gezeigt, dass mit der klassischen Methode eine Flow-Messung bei Computerspielen möglich ist. Bei der angestrebten automatischen Messung gibt es noch kleinere Probleme, die mit einer zusätzlichen Messung des Normalzustands einer Testperson beseitigt werden können.

5. Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit sollte untersucht werden, in welcher Form die Flow-Theorie auf Computerspiele anwendbar ist und gegebenenfalls eine Messmethode entwickelt werden.

Ausgehend von den Flow-Eigenschaften und den bestehenden Messmethoden wurden Kriterien aufgestellt, die allgemein für eine Flow-Messung zu erfüllen sind. Dabei wurde festgestellt, dass fast alle bisherigen Messmethoden die in dieser Arbeit aufgestellten Kriterien nicht vollständig erfüllten. Entweder wurden die Befragungen einige Zeit nach der zu messenden Aktivität durchgeführt oder sogar während der Aktivität selbst. Dadurch wurden die gemessenen Daten aufgrund der verstrichenen Zeit ungenau oder die Aktivität wurde durch die Messung unterbrochen und damit beeinflusst. Um Flow bei einer Tätigkeit unbeeinflusst messen zu können, ist die Bedingung der Unterbrechungsfreiheit einzuhalten.

Wenn kurze Aktivitäten gemessen werden sollen, reicht in der Regel eine Befragung am Ende der Aktivität aus. Bei längeren Aktivitäten ist jedoch eine genauere Untersuchung der Aktivität notwendig. Einige Aktivitäten besitzen natürliche Pausen, die für unterbrechungsfreie Messungen verwendet werden können. Wenn keine natürlichen Pausen in einer Aktivität vorhanden sind, konnte bisher keine unterbrechungsfreie Messmethode angewandt werden. Längere Tätigkeiten haben zudem verschiedene Gefühlszustände des Ausführenden zur Folge. Um diese Entwicklung messen zu können, muss eine Flow-Verlaufs-Erfassung möglich gemacht werden. Um dies zu erreichen, sind mehrere Messungen während der Aktivität notwendig. Dieser Widerspruch zur Unterbrechungsfreiheit kann nur über die vollständige Aufzeichnung der Aktivität selbst und aller aktivitätsbezogenen Umwelteinflüsse (z.B. Zuschauer bei einem Fußballspiel) aufgelöst werden. Diese vollständige Aufzeichnung ist nicht bei allen Aktivitäten möglich, jedoch bei Computerspielen. Alle Reize, die dem Spieler entgegengebracht werden, können aufgezeichnet werden. Es existieren auch keine Einflüsse aus der Umwelt, zumindest dann, wenn ein Spieler alleine gegen den Computer spielt.

Aus diesen Eigenschaften heraus wurde ein Verfahren entwickelt, welches die Tätigkeit des Spielers von Computerspielen komplett aufzeichnet und den Spieler anschließend zum Spiel befragt. Die Antworten dienen der Flow-Erkennung nach dem bekannten Fragebogen-Prinzip. Dieses Verfahren erfüllt alle aufgestellten Bedingungen, um eine Tätigkeit unterbrechungsfrei und im Verlauf zu analysieren. Momentan ist das Verfahren noch auf bestimmte Computerspiel-Genres und auf Single-Player-Spiele beschränkt. Eine Weiterentwicklung dieses Verfahrens könnte jedoch auch auf weitere Genres übertragen werden. Eine Möglichkeit der Weiterentwicklung stellt die automatische Flow-Messung dar. Dazu werden beim Spieler während der Aktivität verschiedene biologische Werte wie Hautwiderstand und Herzfrequenz gemessen. Zusätzlich wird der Spieler bei der Aktivität aufgezeichnet, um aus der Mimik heraus Informationen über den Gefühlszustand zu bekommen. Diese automatische Flow-Analyse würde die Beantwortung eines Fragebogens nach der Aktivität überflüssig machen.

Das hier vorgestellte Verfahren konnte noch nicht vollständig implementiert werden, da zum Zeitpunkt dieser Arbeit noch keine funktionierende Mimikerkennungssoftware zur Verfügung stand. Allerdings konnte bereits eine automatische Erregungserkennung implementiert werden. Eine automatische Messmethode müsste anschließend mit der klassischen, durch einen Fragebogen gestützten Methode, verglichen werden. Wenn die Ergebnisse übereinstimmen, kann davon ausgegangen werden, dass die automatische Messmethode verlässlich ist. Wenn dies der Fall wäre, würde eine Flow-Messung nicht

länger auf subjektiven Erfahrungsberichten, sondern auf harten Daten beruhen. Diese Tatsache würde der Flow-Theorie etwas mehr an wissenschaftlichen Boden geben, als das bisher der Fall war.

5.1. Kritische Betrachtung

Wie bereits in Kapitel 2.3.4. bemerkt, wird an der Flow-Theorie kritisiert, dass die Theorie auf subjektiven Berichten von kleinen Gruppen basiert. Es werden auch keine der genannten Eigenschaften von Flow, wie zum Beispiel die Beeinträchtigung des Zeitempfindens, untersucht. Auch dieses Verfahren basiert noch auf der subjektiven Meinung von Spielern eines bestimmten Spiels. Jedoch wurde in diesem Verfahren erstmals versucht, messtechnische Mittel anzuwenden, um nicht nur auf die subjektiven Aussagen der Probanden vertrauen zu müssen.

Sind überhaupt die gemessenen Werte für die Flow-Messung geeignet und können diese Werte nicht leicht manipuliert werden? Diese beiden Fragen müssen mit „Ja“ beantwortet werden. Das Messen von Gefühlen ist ein lange bekanntes Problem. Da Gefühle nicht direkt gemessen werden können, bleibt nur der Weg, über bestimmte Körperreaktionen auf verschiedene Gefühle zu schließen. So kann beispielsweise der Zustand der Aufregung durch eine erhöhte Pulsfrequenz sowie einem erhöhten Hautwiderstand gemessen werden. Diese Veränderung setzt allerdings voraus, dass die Werte des Ruhezustands bekannt sind. Nur so lassen sich Rückschlüsse auf eine Erhöhung oder Senkung des entsprechenden Wertes ziehen. Auch eine Veränderung der Pupillen lässt Rückschlüsse auf bestimmte Gefühlsregungen zu. Eine bekannte Anwendung dieser Methode ist zum Beispiel ein Lügendetektor. Diese Daten sind jedoch leicht manipulierbar. So kann durch Muskelanspannung und Atmung der Hautwiderstand schnell vergrößert bzw. gesenkt werden, dies erfordert nur ein wenig Übung. Bei der Messung sollte daher der Proband mit einer Tätigkeit konfrontiert werden, die die gesamte Aufmerksamkeit auf die Tätigkeit lenkt, sodass sich die Möglichkeit einer Manipulationsabsicht verringert. Vollständig auszuschließen ist eine Manipulation jedoch nicht.

Ob die zukünftig verfügbare Mimikerfassung überhaupt etwas zu messen hat, liegt auch im Verhalten der Spieler. So ist die Mimik eines Menschen, wenn er gegen andere Menschen spielt, um einiges ausdrucksstärker, als wenn nur gegen den Computer angetreten wird. Hier kommen nur minimale Mimiken, wie zum Beispiel ein Biss auf die Unterlippe, vor. Ob diese minimalen Änderungen von der zukünftigen ersten Softwaregeneration erkannt werden können, ist noch nicht bekannt. Auch welche Kameras dafür nötig sind, wird noch zu untersuchen sein. Es ist also möglich, dass die Mimikerkennung zwar auffällige Mimiken wie „Lachen“ und „Böse gucken“ erkennt, jedoch bei kleineren Mimikveränderungen keine Zuordnungen bezüglich einzelner Gefühlszustände machen kann.

Andere Messungen, wie EEG und MRT, die das Gehirn genauer untersuchen, könnten auch Informationen zu Gefühlen erbringen. Die Geräte, die dafür notwendig wären, sind allerdings zu kompliziert anzuschließen bzw. erfordern eine bestimmte Messumgebung, in der ein Proband die zu messende Tätigkeit nicht ausführen kann. Außerdem wären für die Analyse der Daten zusätzliche Experten notwendig, die nicht durch Software ersetzt werden können.

Weiterhin ist die Messung mit einem dem Computerspiel „The Journey to Wild Divine“ beiliegendem Gerät nicht sehr wissenschaftlich. Eine professionellere Messhardware wäre angemessener. Allerdings sollte auf eine spätere Nutzung in der Computerspielherstellung Rücksicht genommen werden. Dort ist man sicherlich nicht bereit, im Sinne einer experimentellen Messmethode viel Geld für Messgeräte auszugeben. Für die weitere wissenschaftliche Untersuchung ist dies jedoch zu empfehlen. Das Messgerät sollte mit

anderen Sensoren betrieben werden, da z.B. die Messung an einer Hand das Spiel in vielen Genres behindern würde. So wird ein First-Person-Shooter üblicherweise mit der Maus und der Tastatur gespielt. Es müssen also andere Messabnehmer entwickelt werden. Eine Messung am Arm oder Bein wäre optimal, da diese Körperteile nicht für das Spiel benötigt werden. Auch die Übertragung mit Kabeln ist zu überdenken. Wenn eine kabellose Datenübertragung möglich wäre, könnten auch Bewegungen den Druck an den Sensoren nicht mehr verändern und so die Daten verfälschen. Dies ist bei den Messungen oft geschehen, da die Kabel zu den Sensoren recht steif waren.

5.2. Ergebnisse und Ausblick

Mit dem hier vorgestellten Verfahren wird eine Messung des Spielerempfindens ermöglicht. Diese Flow-Messung basiert momentan auf der Befragung des Spielers direkt nach dem Spiel. Aus den Ergebnissen dieser Messung kann abgelesen werden, wann der Spieler sich in für Flow positiven und negativen Gefühlszuständen befand. Dies kann dazu verwendet werden, Fehler im Spielverlauf zu analysieren. In der Spielentwicklung kann so erkannt werden, aus welchen Gründen ein Spieler an einer bestimmten Stelle frustriert war. Möglicherweise trat die Frustration des Spielers immer an derselben Stelle im Spiel auf (zum Beispiel immer dann, wenn eine übermächtige Computerarmee den Spieler bedrohte). Aus den so gewonnenen Informationen könnten anschließend Änderungen in der KI oder im Leveldesign vorgenommen werden. Auch für das Ausbalancieren eines Spiels kann diese Methode nützlich sein. Dieses Verfahren ermöglicht eine genauere Analyse des Spielverlaufs, als dies bisher möglich war. Auch innovative Ideen im Gamedesign könnten so auf ihre Funktionalität und ihre Anwendung im Spiel analysiert und möglicherweise angepasst werden.

Doch nicht nur bei Computerspielen kann dieses Verfahren eingesetzt werden. Alle vollständig erfassbaren Tätigkeiten könnten so gemessen werden. Es könnte mit diesem Verfahren auch versucht werden, in welchem Maße Zuschauer einen Kinofilm als aufregend empfinden. Allerdings sollte für Messungen, die länger als 60 Minuten dauern, die automatische Messmethode funktionieren, da die Bewertung für die Probanden zu anstrengend werden würde.

5.3. Fortführende Forschung

Wie schon mehrmals angesprochen, sollte die automatische Flow-Erkennung als Ziel für weitere Arbeiten angestrebt werden. Auch eine Erweiterung auf andere messbaren Bereiche, wie die Pupillometrie [FUBeye04] sowie EEG und MRT wären denkbar. Je mehr Daten für die Messung zur Verfügung stehen, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, Gefühle korrekt ableiten zu können.

Im Anschluss an diese Arbeit wird dieses Verfahren in einer psychologischen Studie eingesetzt. Auch wenn die automatische Flow-Erkennung noch nicht funktioniert, kann trotzdem eine Untersuchung zu Flow in Computerspielen durchgeführt werden. In diesem ersten größeren Versuch wird sich zeigen, ob dieses Verfahren funktioniert und an welchen Stellen noch Anpassungen vorgenommen werden müssen. Die Entwicklung neuer Sensoren für das Messgerät ist erforderlich, um die Flow-Messung auch für andere Computerspielgenres einzusetzen. Momentan beschränkt die Messung an einer Hand die messbaren Spiele auf diejenigen, die auch mit einer Hand zu spielen sind.

6. Literatur

- [ASFLR04] Andrade, Santana, Furtado, Leitão, Ramalho; *Online Adaptation of Computer Games Agents: A Reinforcement Learning Approach*; 2004;
http://www.cin.ufpe.br/~awbf/files/SBGames2004_OnlineAgentsAdaptation.pdf; 24.01.2005
- [Bartle04] Bartle, R. A.; *Hearts, Clubs, Diamonds, Spades: Players who suit MUDS*; 2004;
<http://www.mud.co.uk/richard/hclds.htm> ; 23.02.2005
- [Cai60] Caillois, R.; *Die Spiele und die Menschen*; Stuttgart (C.E. Schwab); 1960
- [Csiks85] Csikszentmihalyi, M.; *Das Flow-Erlebnis*; Klett-Cotta; 1985; S.75
- [Csiks91] Csikszentmihalyi, M. & Csikszentmihalyi I.S.; *Die außergewöhnliche Erfahrung im Alltag*; Klett-Cotta; 1991
- [Deci75] Deci, E.L.; *Intrinsic Motivation*; New York; Plenum; 1975
- [deCM78] deCharmes, R.; Muir, M.S.; Motivation: social approaches; *Annual Review of Psychology* 29;1978; 91-113
- [EckFri78] Ekman, P., Friesen, W.V.; Facial action coding system; Palo Alto, CA; *Consulting Psychologists Press*; 1978
- [FritzFeU] Fritz, Misek-Schneider; *Fazit einer Untersuchung*;
<http://www.bpb.de/snp/referate/fritzfzt.htm>; 25.11.2004
- [FritzGuC] Fritz; *Gefühle und Computerspiel*; <http://www.bpb.de/snp/referate/fritzgfl.htm>;
25.11.2004
- [FUBeye04] Freie Universität Berlin; *Indirekte Cornealreflektometrie (Eye Tracking), Pupillometrie im CMR*; <http://www.cmr.fu-berlin.de/faculty/florian/index.html>;
16.02.2005
- [HoNov95] Hoffman, D.L., Novak, T.P.; Marketing in Hypermedia Computer-Mediated Environments: Conceptual Foundations; *Journal of Marketing*, 60 (July); 1995; S. 50-68
- [Hui94] Huizinga, J.; *Homo ludens. Vom Ursprung der Kultur im Spiel*; Rowohlt Verlag; 1994
- [LBFCM03] Littlewort, Bartlett, Fasel, Chenu, Movellan; Analysis of Machine Learning Methods for Real-Time Recognition of Facial Expressions from Video;
<http://mplab.ucsd.edu/projects-home/project1/Demos/papers/mplab2003.05.pdf>; 11.01.2005
- [LPsych] Definition Lexikon der Psychologie; <http://www.lexikon-psychologie.de/begriff/523.php>; 30.11.2004
- [Mas]JHP] Maslow, A.; Humanistic science and transcendent experience; *Journal of*

- Humanistic Psychology; 219-227;
<http://www.westga.edu/~psydept/os2/os1/maslow.htm>; 02.12.2004
- [MasGA04] Glücksarchiv; Maslow Bedürfnisse;
<http://www.gluecksarchiv.de/inhalt/grundbedarf.htm>; 02.12.2004
- [Nov97] Novak, T.P.; Measuring the Flow Experience among Web Users; 1997;
<http://elab.vanderbilt.edu/research/papers/pdf/manuscripts/Flow-MeasuringFlowExpJul1997-pdf.pdf>; 18.11.2004
- [PAH04] Pearce, J., Ainley, M., Howard, S.; *The Ebb and Flow of Online Learning*; 2004;
http://www.dis.unimelb.edu.au/staff/jon/pubs/CHB_Ebb_and_Flow_2004_draft.pdf; 16.12.2004
- [Pia69] Piaget, J; *Nachahmung, Spiel und Traum*; Klett; 1969;
<http://chappa.piranho.de/piaget2.html>; 02.12.2004
- [Rhein85] Rheinberg, F.; Motivationsanalysen zur Interaktion mit dem Computer; *Lernen im Dialog mit dem Computer*; München: Urban & Schwarzenberg; 1985
- [Rick04] Brandon Rickman; Against the Flow-Books; www.antimodal.com; 2004;
<http://www.antimodal.com/archives/000023.html>; 28.02.2005
- [Turk84] Turkle, S.; *Die Wunschmaschine - Der Computer als zweites Ich*. Reinbek: Rowohlt; 1984
- [VGS04] [video-games-survey.com](http://www.video-games-survey.com); siehe Tabelle 1 im Anhang; <http://www.video-games-survey.com/software.htm>; 25.11.2004
- [Zimb04] Zimbardo, P. G., Gerrig, R.J.; *Psychologie*; 16. aktualisierte Ausgabe; S.502 -510; Pearson; 2004

7. Software

- [C&CZH03] Command & Conquer: Generals - Zero Hour; Electronic Arts; 09/2003, Strategie
- [CamTech04] Camtasia Studio; Techsmith; 2004; <http://www.techsmith.com>
- [DivX52] DivX Codec 5.2; 2004; <http://www.divx.com>
- [Doom3] Doom 3, idSoftware, Publisher: Activision, 08/2004, Action
- [LSMon04] Lightstone Monitor; Bryan Ingram; 2004;
<http://gamedev.myftp.org/projects/Lightstone/>
- [Riven] Riven, Cyan Worlds; Publisher: Red Orb Entertainment, 9/1997, Adventure
- [Pirates!] Sid Meiers Pirates!, Firaxis Games, Publisher: Atari, 11/2004, Strategie
- [T]tWD04] The Journey to Wild Divine; The Wild Divine Project; 2004;
<http://www.wilddivine.com/>

8. Anhang

Tabelle 1

Umsätze der Spielesoftware-Industrie

Description	Figure	Source	Year
World Console Software + PC Software	US\$18.5 bn	ELSPA**	2003*
World Console Software+ PC Software	US\$16.9 bn	ELSPA**	2002
World Console Software	Euro12.5 bn	IDATE	2003*
World Console Software	Euro13.3 bn	IDATE	2002
World Portable/Hand Held Game Software	US\$1.7 bn	DFC	2002
North America Console Software	US\$5.35 bn	NPD	2002
North America PC Software	US\$1.35 bn	NPD	2002
North America Games Software	US\$7.15 bn	PUSH	2003
North America Games Software	US\$7.25 bn	PUSH	2002
Japan Console Software + PC Software	Yen230 bn	CESA	2003
Japan Console Software + PC Software	Yen245 bn	CESA	2002
Europe Console Software	Euro4.6 bn	IDATE	2002
Europe PC Software	Euro2.5 bn	IDATE	2002
UK Console Software+ PC Software	US\$1.6 bn	ELSPA**	2002
France Console Software+ PC Software	Euro850 m	Jeuxvideopc.com	2002

** = **Gaming and edutainment software**

Quelle: <http://www.video-games-survey.com/software.htm>; 25.11.2004